

А. Д. СМИРНОВ

РАДИОЛЮБИТЕЛИ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 727

А. Д. СМИРНОВ

РАДИОЛЮБИТЕЛИ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ



«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1970

6Ф2.9
С 50
УДК 338.912.12

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Борисов В. Г., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Жеребцов И. П., Канаева А. М., Корольков В. Г., Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

А. Д. Смирнов

С 50 Радиолюбители — народному хозяйству, М., «Энергия», 1970.

176 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 727).

Книга знакомит читателя с основными направлениями деятельности радиолюбителей в различных отраслях народного хозяйства. Описаны лучшие экспонаты XXI и XXII Всесоюзных выставок радиолюбительского творчества.

Книга рассчитана на радиолюбителей, работающих в области внедрения радиоэлектроники в народное хозяйство.

3-4-5
321-69

6Ф2.9

Смирнов Александр Дмитриевич

Радиолюбители — народному хозяйству

Редактор *В. Д. Гребельский*

Обложка художника *А. А. Иванова*

Технический редактор *О. Д. Кузнецова*

Корректор *И. Д. Панина*

Сдано в набор 27/V 1969 г. Подписано к печати 19/XII 1969 г. Т-16030
Формат 84×108[1]/[32] Бумага типографская № 1
Усл. печ. л. 9,24 Уч.-изд. л. 12,18
Тираж 30 000 экз. Цена 52 коп. Зак. 2260

Издательство „Энергия“. Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

Введение

С 14 по 30 мая 1967 г. в выставочных залах Политехнического музея демонстрировалось свыше 700 экспонатов, представленных на заключительный этап XXII Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей — конструкторов ДОСААФ. Эти экспонаты были отобраны из 9 732 приборов, демонстрировавшихся в 1966 г. на областных и республиканских смотрах. Наука, промышленность, медицина, сельское хозяйство, спорт, быт — вот неполный перечень направлений, затронутых на выставке.

Оригинальность инженерных решений, высокое качество технического исполнения моделей выгодно отличали XXII выставку от предыдущих. Большинство экспонатов отвечало поставленным перед ними задачам, в частности задаче достижения высокого экономического эффекта при внедрении их в практику. Только предварительные подсчеты показали, что применение радиолюбительских конструкций дало экономию в 1965 г. в сумме 7,3 млн. руб.; в 1966 г. — в сумме 8 млн. руб.

Следует подчеркнуть, что достигнутые успехи радиолюбителей не стихийны. Они являются результатом систематической организационной работы, проводимой руководителями местных республиканских и областных организаций ДОСААФ. Так, несколько лет подряд высшие места среди радиоклубов первой категории, к которым относятся радиоклубы Киева, Вильнюса, Баку, Еревана, Ташкента и других крупных городов страны, занимает Львовский радиоклуб. Руководство радиоклуба во главе с А. А. Агафоновым согласовывает тематику работ радиолюбителей с местными предприятиями, добиваясь от них всесторонней помощи, находит средства и радиодетали для обеспечения работ. Подавляющее большинство экспонатов XXII выставки отвечает высоким требованиям, предъявляемым к ним. Какие же это требования?

1. Новизна схемного решения, оригинальность, практическое значение, высокий уровень технического исполнения.
2. Надежность в работе.
3. Максимальная простота.
4. Минимальная стоимость конструкции.
5. Возможность демонстрации работы прибора.

Демонстрационный макет должен быть сконструирован так, чтобы было четко видно назначение прибора.

Этим требованиям могут отвечать совсем простые устройства. Примером может служить получивший высокую оценку на XXII выставке «Аппарат для определения концентраций микробактерий туберкулеза» — авторы Г. Е. Шакиниди, К. И. Назаров, Л. А. Ко-

стюковский, А. С. Клюсовец. В основу работы прибора положен принцип действия гальванической ванны для электроосаждения металлов, однако в данном случае на электродах осаждаются не ионы металла, а туберкулезные палочки, которые, как показали предварительные исследования, обладают электрической полярностью. Скорость проведения анализов на этом приборе возросла в десятки раз по сравнению с другими методами, распространенными в медицинской практике. Простой прибор — обычный стабилизированный источник постоянного тока — позволил качественно по-новому подойти к решению важной задачи. Таких примеров можно привести очень много.

В настоящее время оформились следующие основные направления творческой деятельности радиолюбителей-конструкторов:

1. Применение электроники в промышленности. Для этого направления характерны приборы и устройства управления производственными процессами (автоматические регуляторы температуры, давления, длительности циклов, автоматические останавливающие устройства, реагирующие на сигнал о нарушении технологического режима, и др.), автоматы управления конвейерными линиями, автоматы и приборы для отбраковки изделий, для счета и маркировки готовой продукции.

Сюда же относятся приборы для измерения и регулирования физико-механических и физико-химических характеристик различных материалов (измерение и регулирование влажности, температуры, испытание на прочность, измерение и контроль числа оборотов, определение волнистости и шероховатости поверхностей и многие другие).

2. Применение электроники в химии. Это направление представлено приборами и устройствами автоматического регулирования химических производств (оптимизаторы длительности процессов, сигнализаторы наполнения железнодорожных цистерн, приборы для автоматического выпуска продукции из автоклавов, многозонные регуляторы температуры и др.), приборами и устройствами для испытания продукции химических заводов в лабораторных и производственных условиях (концентратомеры, pH-метры, приборы для измерения электропроводности различных продуктов), приборами для проведения физико-химических исследований (потенциостаты, гальваностаты, титрометры, полярографы и др.).

3. Применение электроники в строительстве и коммунальном хозяйстве. Сюда входят приборы малой автоматизации производственных процессов (электронные реле времени для фотопечати, автоматические светофоры, автоматические включатели освещения для улиц и лестничных клеток, системы управления гаражным хозяйством, аппараты для автоматического учета пробегов автомобилей и др.), приборы для измерения защитного слоя бетона, для определения местоположения арматуры в панелях, трассоискатели, малогабаритные переговорные устройства и системы радиосвязи на строительных площадках и в киностудиях.

4. Применение электроники в сельском хозяйстве. Для этого направления характерны попытки создания радиолюбителями универсальных влагомеров, сортировщиков зерна по влажности, фотоэлектрических счетчиков сельскохозяйственных животных и домашней птицы, агротестеров и универсальных полевых лабораторий для проведения экспресс-анализов почв в полевых условиях. На XXI и XXII выставках были впервые представлены оригинальные при-

боры для определения начала роения пчел и для сбора пчелиного яда.

Необходимо, чтобы руководители местных радиоклубов страны содействовали организации радиоклубов в сельских местностях, направляли их работу, оказывали им методическую и техническую помощь, а также организовывали снабжение их радиодеталями.

5. Применение электроники для научных исследований. В этом разделе выставки можно встретить и цифровую следящую систему для преобразования графического изображения в цифровой код и установку для измерения малых световых потоков, портативную тензостанцию и газовый оптический квантовый генератор, установку для изучения эффекта Холла и универсальный таймер.

6. Применение электроники в медицине. Экспонаты, представленные здесь, разнообразны по назначению. Это — приборы для клинико-диагностических исследований, для рефлексометрии, для многоканальной электромиографии движений человека, для измерения биопотенциалов мышц и т. п. Большой интерес вызвал прибор для учета и автоматической передачи фармацевтической информации. Это одна из первых попыток внедрения радиолюбителями элементов вычислительных машин в медицину. Препятствием для создания радиолюбительских конструкций в медицине часто является отсутствие радиотехнических знаний у врачей. Выход из этого положения — сотрудничество врача и инженера. Положительным примером такого сотрудничества могут служить экспонаты профессора, доктора медицинских наук, мастера радиолюбительского спорта А. А. Вишневского и инженера Г. С. Кокарева.

Таков перечень основных направлений радиолюбительского творчества.

В этой книге разбираются основные задачи, с которыми сталкиваются радиолюбители в перечисленных отраслях народного хозяйства, а также типовые примеры и варианты решения этих задач, блок-схемы, принципы действия и возможные области применения радиолюбительских приборов. Это тем более важно, что одни и те же приборы можно применять в самых разнообразных отраслях народного хозяйства. Так, влагомеры можно использовать для определения влажности формовочной земли и с тем же успехом для определения влажности муки, сахара и других сыпучих продуктов; электротермометры можно использовать для измерения температуры различных производственных объектов, для дистанционного контроля температуры больных в клиниках. Фотоэлектрические автоматы могут считать готовую продукцию на конвейерных линиях заводов, количество кур на птицефабриках и количество мальков рыбы в рыбосовхозах. Таких примеров использования одних и тех же приборов в разных отраслях народного хозяйства, науки и медицины можно привести очень много. Поэтому естественно предположить, что нет смысла разграничивать приборы по областям применения, а лучше разделить их по принципу действия.

В книге также рассмотрены принципы действия, конструктивные особенности и схемы включения преобразователей неэлектрических величин в электрические. При этом номиналы входящих в схемы радиоэлементов будут опущены, так как они в основном определяются режимами выбранных транзисторов или ламп и принципиального значения не имеют. Сами же преобразователи неэлектрических величин в электрические являются основными элементами схем большинства приборов, используемых в народном

хозяйстве, и детальное ознакомление с ними вполне оправдано. Следует подчеркнуть, что все примеры схем включения преобразователей, блок-схемы приборов, их принципиальные схемы взяты из описаний радиолюбительских экспонатов, демонстрировавшихся на последних Всесоюзных радиовыставках. Основной упор сделан на описание экспонатов XXII радиовыставки. При работе над отдельными разделами автором использовался материал, опубликованный ранее в массовой технической литературе.

Цель книги — на конкретных примерах показать возможности применения электронных приборов в народном хозяйстве, объяснить их назначение, принцип действия, познакомить с основными особенностями их конструирования и вариантами схемного решения.

ПУТИ РЕШЕНИЯ КОНКРЕТНЫХ ЗАДАЧ ВНЕДРЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ В НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Схемы регулирования времени

На выставке демонстрировался прибор Вороненко, представляющий систему автоматического управления периодической откачкой малодебитных скважин «САУПО». Принцип работы системы заключается в том, что насосы («качалки») включаются только на короткий период после того, как в скважине накопится нефть. Нефть в зависимости от дебита скважины накапливается за время от 1 *мин* до 4 *ч*, а время откачки устанавливается в пределах от

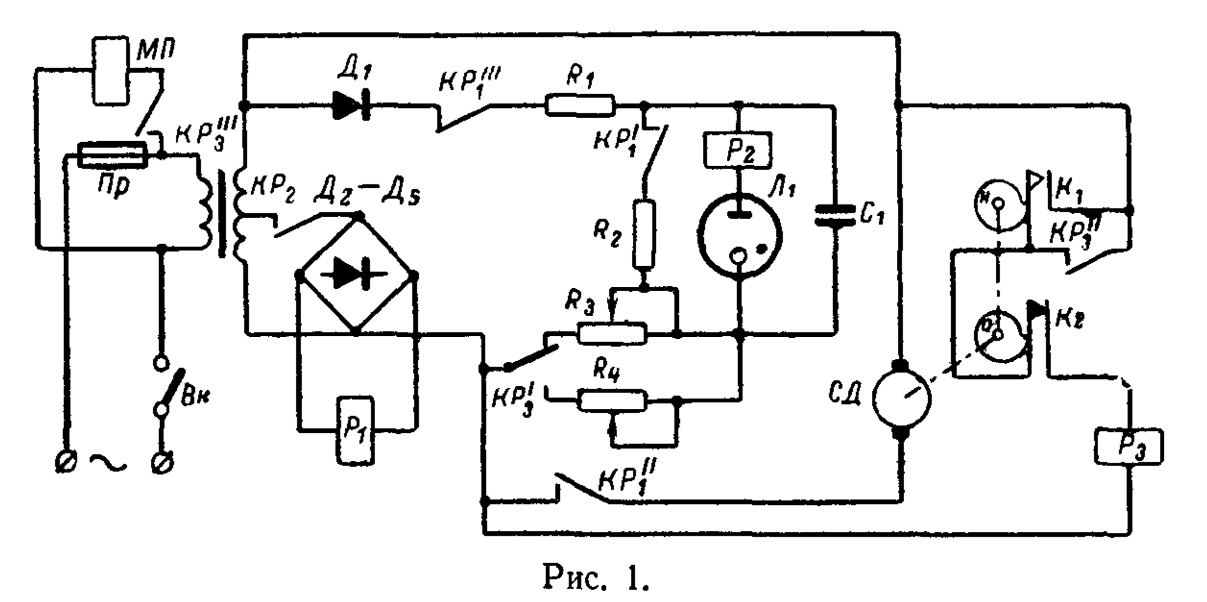


Рис. 1.

15 *сек* до 1 *ч*. Управляет электродвигателем насоса электромеханическое реле времени, схема которого изображена на рис. 1. Реле работает следующим образом. При включении тумблера *Вк* через нормально замкнутые контакты KP'_3 и резистор R_3 заряжается конденсатор C_1. Когда потенциал на обкладках конденсатора C_1 достигает величины потенциала зажигания газоразрядной лампы $Л_1$ (неоновая лампа, стабилитрон, тиратрон с холодным катодом), срабатывает реле P_2 и своими контактами KP_2 включает обмотку реле P_1. Через контакты KP''_1 на короткое время включается электродвигатель *СД*, через контакты KP'''_1 размыкается цепь заряда конденсатора C_1, и газоразрядная лампа гаснет. Через контакты KP'_1 и резистор R_2 конденсатор C_1 разрядится до исходного по-

тенциала, схема вернется в первоначальное положение, и процесс повторится. Так будет продолжаться до тех пор, пока кулачок *Н*, насаженный на ось электродвигателя *СД*, не замкнет контакты концевого выключателя $К_1$ и тем самым не закончит период накопления жидкости в скважине. При этом реле $Р_3$ через контакты $КР''_3$ и контакты концевика $К_2$ станет на самоблокировку, перебросит перекидной контакт $КР'_3$ и через контакты $КР'''_3$ включит обмотку магнитного пускателя электродвигателя насоса *МП*. Начнется период откачки. Процесс будет продолжаться подобно вышеописанному, только в зарядную цепь конденсатора $С_1$ вместо резистора R_3 будет входить резистор R_4. Двигатель *СД* будет включаться на короткое время при срабатывании реле $Р_1$ до тех пор, пока кулачок *О*, также насаженный на его ось, не разомкнет контакты концевика $К_2$. В момент размыкания контактов $К_2$ реле $Р_3$ снимается с самоблокировки, магнитный пускатель выключится, перекидной контакт $КР'_3$ вернется в исходное состояние, и снова начнется период накопления. Время накопления жидкости в скважине устанавливается резистором R_3 и поворотом кулачка *Н* на оси двигателя. Время откачки регулируется резистором R_4 и изменением угла поворота кулачка *О*. За счет уменьшения расхода электроэнергии данный прибор дает ежегодно годовую экономию в 85 725 руб. Экономический эффект складывается из экономии электроэнергии, а ведь еще достигается экономия за счет продления срока безремонтной службы оборудования, а также получения нефтепродукта, не разбавленного водой. Недостатком прибора является то, что данная конструкция реле не может обеспечить выдержку времени с точностью, превышающей $\pm 10\%$. Более высокой точности можно добиться, используя широкодиапазонное реле времени на шаговых искателях, схема которого показана на рис. 2. При включении тумблера *Вк* конденсатор $С_1$ начинает заряжаться до тех пор, пока не зажжется тиратрон $Л_1$. При этом сработает реле $Р_1$ и своими контактами $КР''_1$ замкнет цепь разряда конденсатора $С_2$. Конденсатор $С_2$ разрядится через обмотку шагового искателя $ШИ_1$, и подвижный контакт контактного поля $КПШИ'_1$ переместится в следующее положение. Неподвижные контакты контактных полей шаговых искателей соединены с коммутационными гнездами, установленными на лицевой панели прибора. В одно из гнезд контактного поля первого шагового искателя $КПШИ'_1$ вставлен штекер $Ш_1$. В тот момент, когда подвижный контакт контактного поля $КПШИ'_1$ коснется неподвижного контакта, соединенного со штекером $Ш_1$, сработает реле $Р_2$ и своими контактами $КР'_2$ замкнет разрядную цепь конденсатора $С_3$. Конденсатор $С_3$ разрядится через обмотку шагового искателя $ШИ_2$, при этом подвижный контакт контактного поля $КПШИ'_2$ переместится в следующее положение. Так будет продолжаться до тех пор, пока подвижный контакт контактного поля $КПШИ'_2$ не коснется контакта, соединенного через гнездо со штекером $Ш_2$. При этом сработает реле $Р_3$ и через контакты $КР'_3$ и $КР_4$ станет на самоблокировку, одновременно включив обмотку магнитного пускателя *МП* контактами $КР''_3$. Когда подвижный контакт контактного поля $КПШИ'_2$ коснется неподвижного контакта, соединенного со штекером $Ш_3$, сработает реле $Р_4$, разомкнутся контакты $КР_4$ и реле $Р_3$ сойдет с самоблокировки и тем самым обесточит обмотку магнитного пускателя *МП*. Преимущество данной схемы реле времени перед предыдущей схемой в том, что она обеспечивает точность поддержания выдержек

времени на порядок выше, обладает более широкими возможностями регулирования временных интервалов и позволяет одновременно управлять несколькими объектами. Последнее достигается за счет того, что у шаговых искателей имеется несколько контактных полей (*4* и *3* у *ШИ-11* и *ШИ-17*, *4* и *8* у *ШИ-25*, *4* у *ШИ-50*) с большим количеством контактов на каждом. Одна установка может использоваться для обслуживания нескольких насосов, обеспечивая каждому из них требуемый временный режим регулирования. Реле времени на шаговых искателях позволяют осуществлять возврат

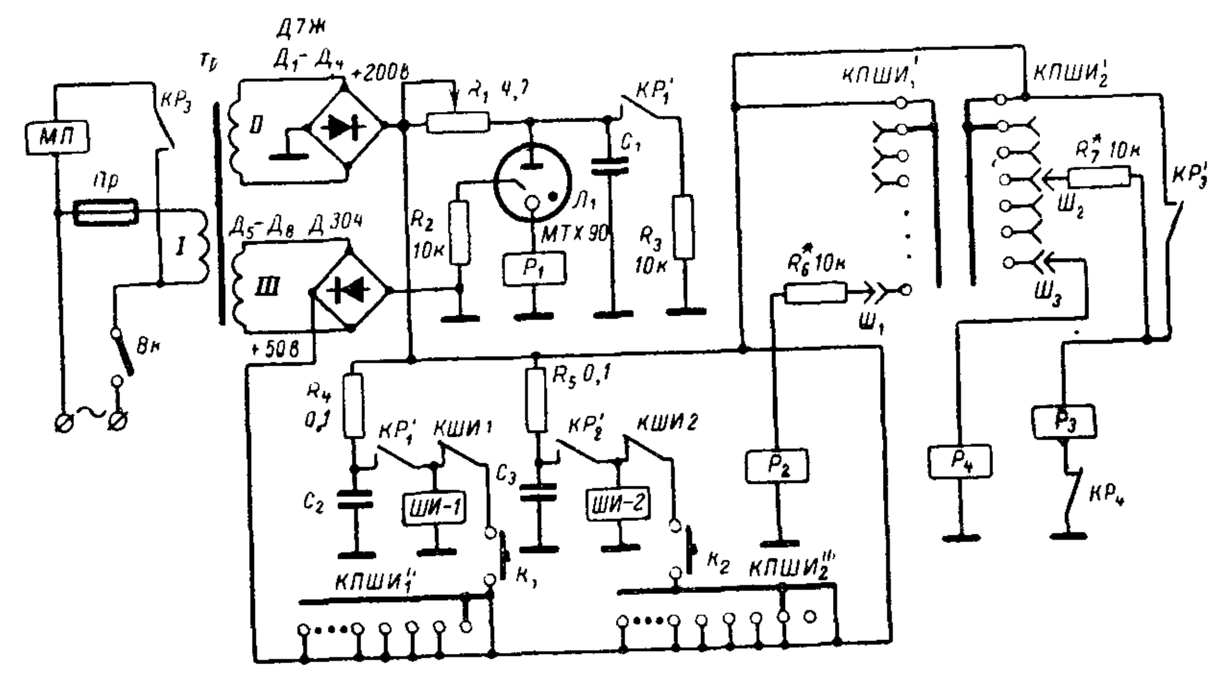


Рис. 2.

схем в начальное положение после окончания требуемого цикла. Схема на рис. 2 возвращается в исходное положение нажатием на кнопки $К_1$ и $К_2$, но при необходимости можно обеспечить возврат схемы в требуемое положение автоматически с любой точки контактного поля.

Схемы реле времени, подобные рассмотренным выше, используются для управления технологическими линиями сушки, закалки, гальванических покрытий; они управляют работой красильных аппаратов, смесителей, регулируют скорость движения конвейера, управляют автоматическими устройствами для фотопечати и регулируют уличное движение. Реле времени этого типа можно использовать везде, где ход производственных процессов определяется стабильностью продолжительности отдельных операций. Основными времязадающими элементами в обеих схемах являются реле времени, выполненные на безнакальном газоразрядном приборе (стабилитрон, неоновая лампа, тиратрон с холодным катодом). Такое решение наиболее удобно по сравнению со схемой любого другого типа (тепловые и механические реле времени, реле времени на электронной лампе и другие). Правда, по точности поддержания выдержки реле времени на газоразрядных приборах уступают идентичным по назначению схемам, выполненным на электронных лампах, что связано с низкой временной и амплитудной стабильностью характеристик зажигания большинства газоразрядных при-

боров. Однако там, где не требуется высокая точность поддержания временных интервалов, схемы на газоразрядных приборах можно рекомендовать к использованию. Схемы времязадающих элементов рассмотренного типа позволяют путем изменения номиналов зарядных конденсаторов и резисторов регулировать выдержки времени от долей секунды до десятков минут, при конструировании надо выбирать конденсаторы C с минимальным током утечки. Лучше всего использовать герметизированные слюдяные, бумажные или фторопластовые конденсаторы. Такое подробное рассмотрение особенностей времязадающих элементов связано с тем, что они же используются при создании импульсных генераторов, находящих широкое применение в различных схемах. Одним из интересных

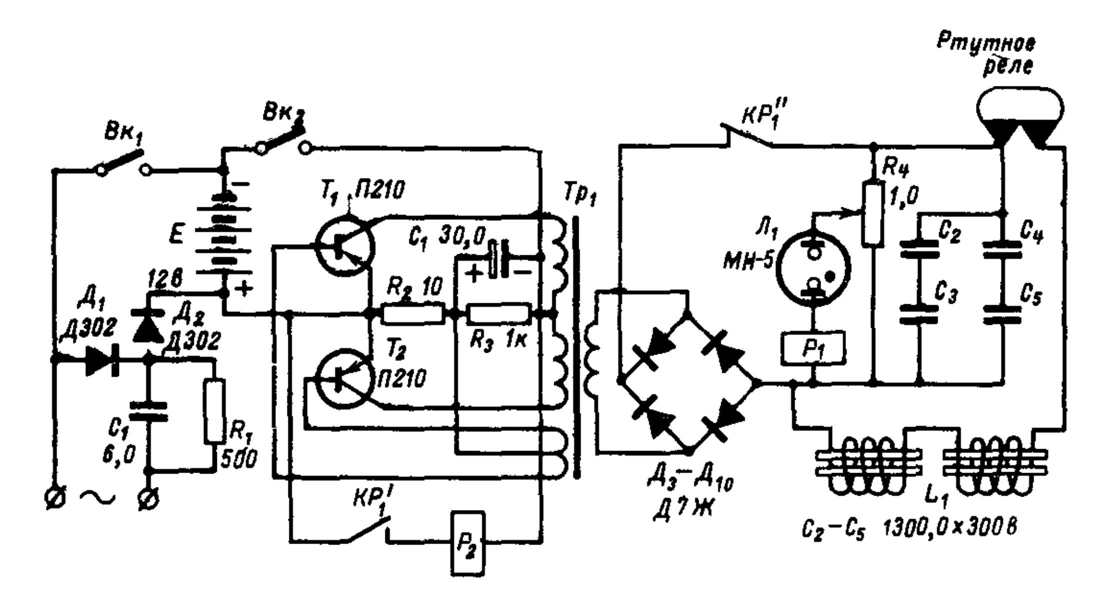


Рис. 3

применений импульсного генератора на газоразрядном приборе является установка для импульсного намагничивания стальных изделий (автор В. С. Козлов). Схема изображена на рис. 3. Она состоит из преобразователя постоянного напряжения в переменное, выполненного на транзисторах T_1 и T_2, и генератора, который в свою очередь включает в себя источник высокого напряжения (выпрямленное напряжение, снимаемое со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$), реле времени, выполненное по уже рассмотренной выше схеме на неоновой лампе $Л_1$, блок конденсаторов C_2—C_5 и ртутное реле разрядника. Схема работает следующим образом. Когда напряжение на конденсаторах C_2—C_5 достигнет величины, достаточной для зажигания неоновой лампы $Л_1$, сработает реле P_1 и своими контактами KP'_1 включит ртутное реле-разрядник P_2, одновременно отключив контактами KP''_1 неоновую лампу $Л_1$ от источника высокого напряжения. В момент включения разрядника через катушку L_1 пройдет мощный импульс тока, который произведет намагничивание детали. Для удобства работы и для возможности намагничивания деталей любой формы катушка L_1 состоит из двух разъемных секций. Установка позволяет производить намагничивание стальных деталей на глубину до 10 *мм*. Питание осуществляется от аккумулятора. В схеме предусмотрена возможность подзарядки аккумулятора от сети. Данный прибор использовался для проведения магнитографической дефектоскопии мест сварки стальных труб, но может применяться также для намагничивания стальных деталей произвольной формы.

Еще одним примером использования времязадающего элемента на газоразрядном приборе может служить ультразвуковая импульсная установка для предотвращения образования накипи в паровых котлах ИГУ-Р6П (авторы А. Ф. Лаптев, И. А. Потапенко, А. И. Серяпов, В. В. Заикин). Схема установки, приведенная на рис. 4, состоит из источника высокого напряжения с однополупериодной схемой выпрямления и импульсного генератора, выполненного на газовом разряднике типа Р6. Принцип работы импульсного генератора тот же, что и времязадающих элементов, рассмотренных выше. В тот момент, когда конденсатор C_2 зарядится до потенциала, равного потенциалу зажигания разрядника, через магнитострикционный вибратор *МС* пройдет мощный импульс тока. Интенсивность ультразвуковых колебаний в этой схеме достигает значения 40 *вт/см*² при частоте ультразвуковых колебаний 21 *кгц* и частоте посылок 2—5 *гц*. Авторы использовали эту установку для предотвращения образования накипи. Но она также может быть применена и для обезжиривания поверхностей, для образования эмульсий и других сходных целей.

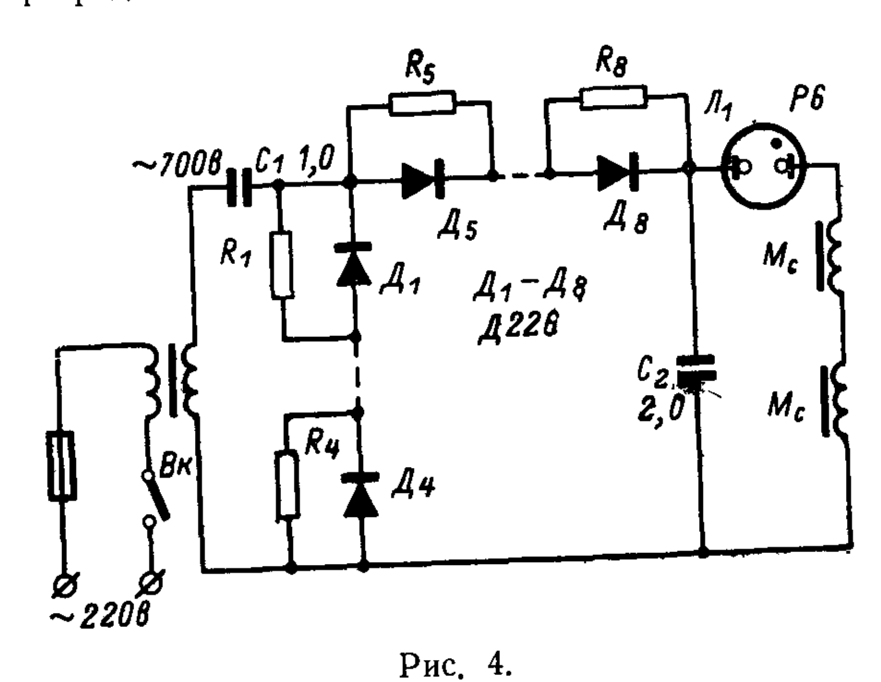


Рис. 4.

Контроль обрыва нитей

На производствах, связанных с намоткой и скручиванием нитей, с изготовлением пряжи из нитей, с намоткой трансформаторов и дросселей, вовремя не замеченный обрыв нити (провода) приводит к значительному браку продукции. Существующие контрольные приборы, как правило, громоздки и ненадежны в работе, особенно в условиях производств с высокой влажностью воздуха. Такие приборы должны быть просты и надежны в работе. Этим задачам отвечает прибор О. А. Восканяна, схема которого изображена на рис. 5,*а* и который предназначен для применения на сновальных

машинах. Наиболее интересным в нем является датчик обрыва нити. Он представляет собой ось *5*, на которой свободно могут вращаться легкие проволочные коромысла *2*. На каждом коромысле имеется петля, через которую пропущена контролируемая нить *1*. На противоположных концах коромысел свободно лежит легкая рамка из проволоки *3*. Рамка может вращаться относительно опор *6*. С рамкой *3* жестко связан упор *7*, который и дает возможности замкнуться угольным контактам *4*. В момент обрыва нити *1* коромысло *2*, через петлю которого проходита нить, падает под действием собственного веса и свободным концом поднимает рамку *3*, а с ней упор *7*. Графитовые контакты *4* замыкаются, и срабатывает электронное реле, выполненное на лампе $Л_1$. Контакты

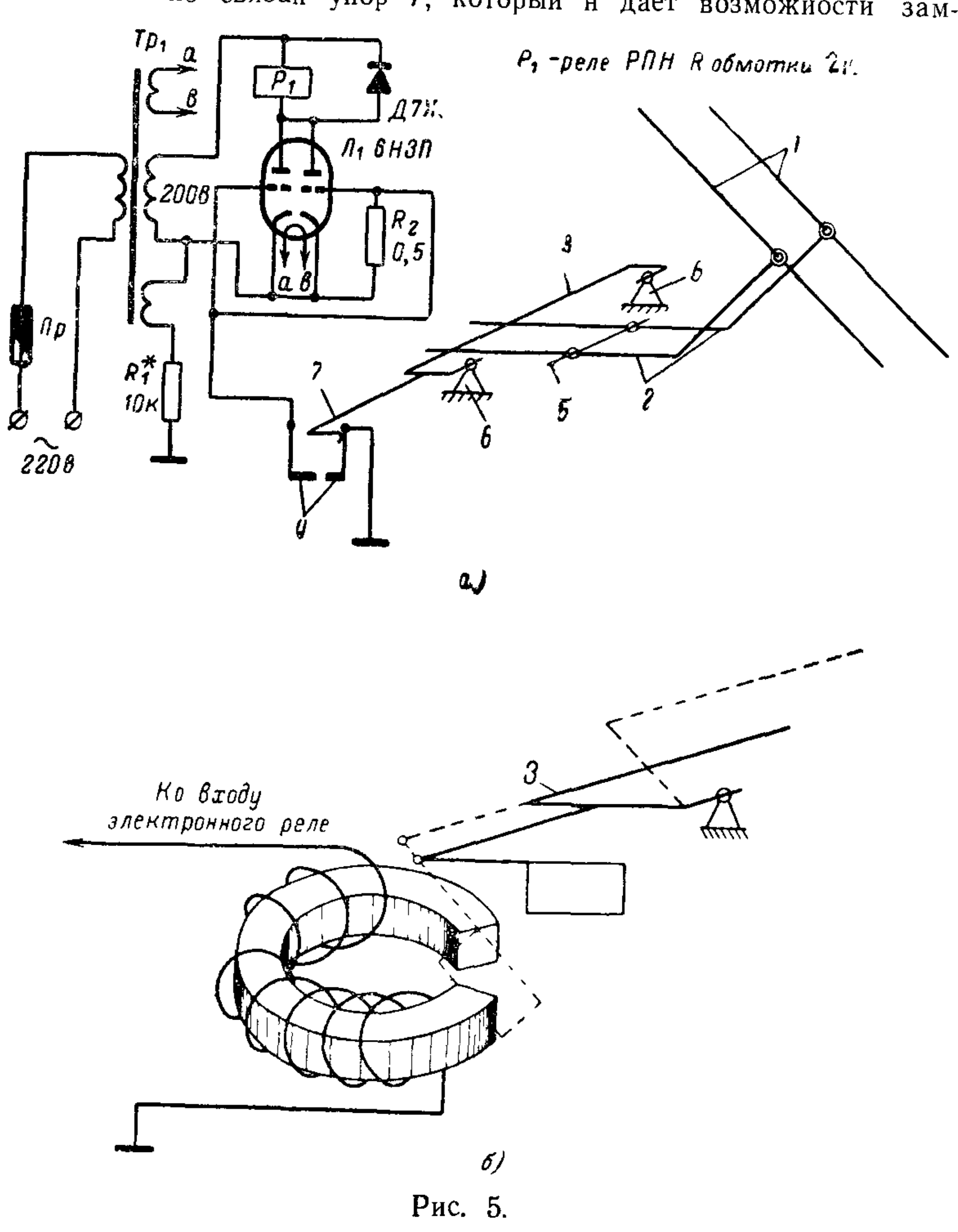


Рис. 5.

реле P_1 включают индикаторную лампу и останавливают станок. Количество коромысел *2* ограничивается количеством контролируемых нитей и весом рамки *3*, так как она должна свободно поворачиваться при падении одного коромысла. Вся конструкция предельно проста. Эта конструкция, примененная на сновальных машинах, дает экономию в сумме до 4 200 руб. в год. Но следует заметить, что автором удачно решена только механическая часть устройства. Электрическая часть хотя и проста, но не является лучшим вариантом решения. Дело в том, что воздух на текстильных производствах сильно увлажнен, и автор, избавившись от сильноточных контактов, стоявших раньше в цепях контроля обрыва нитей сновальных машин, применил графитовые контакты и электронное реле. Вероятно, правильнее было бы применить здесь иное решение — бесконтактный вариант с емкостным или магнитноиндуктивным датчиком. На конце упора *7* достаточно поместить флажок, который при подъеме рамки *3* падающим коромыслом *2* попадал бы в зазор между полюсами магнита индукционного датчика, как показано на рис. 5,*б*.

Схема этого прибора с небольшими изменениями конструкции входного устройства и с использованием в качестве электронного реле схемы триггера (для более четкого срабатывания) может быть использована для контроля обрыва нитей (проволоки и т. д.) в намоточных станках и текстильных машинах, тем более что с помощью одной рамки *3* при соответствующем количестве коромысел *2* можно одновременно контролировать до 50 нитей. При использовании бесконтактного датчика применение установки не будет ограничено ни влажностью, ни температурой окружающей среды, ни наличием вредных примесей в воздухе.

Определители короткозамкнутых витков

В ряде отраслей народного хозяйства, преимущественно в радиотехнической и электротехнической промышленности, используют трансформаторы, дроссели, катушки индуктивностей, электродвигатели и генераторы постоянного и переменного тока, отклоняющие системы, индукционные катушки зажигания автомобилей и др., т. е. устройства, имеющие обмотки из проводов. В процессе изготовления и эксплуатации этих устройств в их обмотках часто возникают короткозамкнутые витки и обрывы, причем обрывы установить очень просто, а для обнаружения короткозамкнутых витков нужны специальные измерительные приборы. Установки для обнаружения короткозамкнутых витков, выпускаемые промышленностью, как правило, узко конкретного назначения и к тому же громоздки. Их выпускают в небольшом количестве, и они используются на специализированных предприятиях. Основная же масса неспециализированных предприятий (электроцехи автохозяйств, телевизионные и радиомастерские, мастерские по ремонту электрооборудования и др.) не имеет приборов для контроля. Поэтому радиолюбители, стараясь найти выход из такого положения, конструируют соответствующие приборы и контрольно-измерительные установки. Так, радиолюбитель Ю. П. Дроль сконструировал портативный прибор для проверки индукционных катушек зажигания автомобилей. Схема прибора (рис. 6) выполнена на одном транзисторе и представляет собой блокинг-генератор. Импульсы со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ поступают на низковольт-

ную обмотку проверяемой катушки. Высокое напряжение со вторичной обмотки катушки выпрямляется (диоды $Д_{1-4}$) и измеряется стрелочным индикатором. Если катушка исправна, то выпрямленное напряжение имеет определенную величину; если имеются короткозамкнутые витки, то напряжение ниже этой величины, а при обрыве катушки вообще отсутствует. Этот же прибор может быть использован и для проверки строчных трансформаторов, трансформаторов кадровой развертки, трансформаторов блокинг-генераторов кадров и строк. Понятно, что без соответствующей градуировки прибор пригоден только для качественной оценки годности проверяемых изделий.

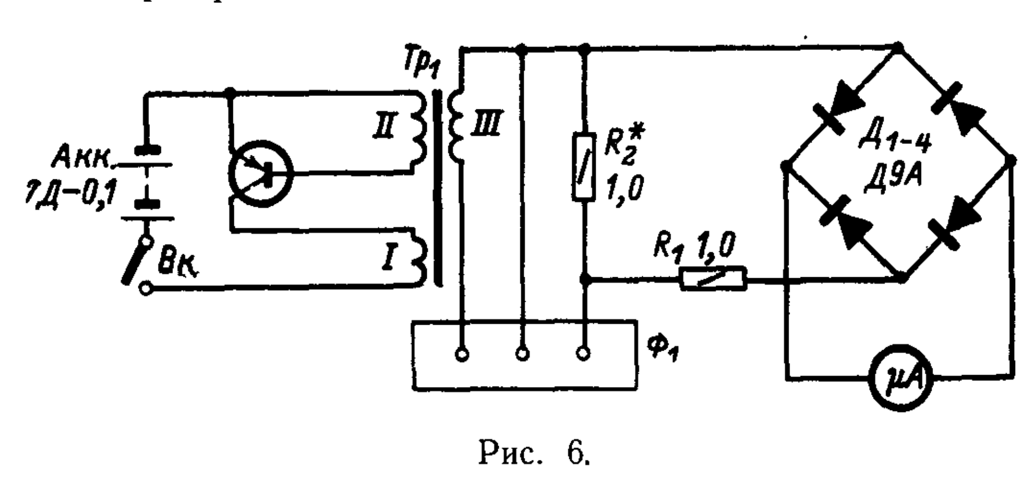


Рис. 6.

Более распространенная схема для определения короткозамкнутых витков изображена на рис. 7. Это прибор (автор А. Монтвилас), демонстрировался на XVII Всесоюзной радиолюбительской выставке. В отличие от аналогичных приборов, экспонировавшихся на других выставках, данный прибор удачно сочетал смену катушек (с сердечниками разных размеров) с блокировкой цепей питания, что дало возможность защитить стрелочный индикатор прибора от случайных перегрузок по току, возникающих при отключении катушек. Но надо отметить, что автор неправильно выбрал в качестве размыкаемой цепи цепь подачи сетевого напряжения, так как при смене катушки отключается и накал лампы. Лучше было бы размыкать цепь питания анода лампы.

Как видно из схемы (рис. 7), этот прибор представляет собой генератор, выполненный по схеме индуктивной трехточки на правой (по схеме) половине лампы $Л_1$. Левая половина лампы используется для выпрямления напряжения питания анода лампы. Собственная частота колебаний генератора равна 2,5 *кгц*. Контурная катушка намотана на удлиненном сердечнике из трансформаторного железа. На свободный конец сердечника надевают испытуемую катушку. При наличии в испытуемой катушке короткозамкнутого витка возрастают потери в колебательном контуре генератора, что в свою очередь приводит к изменению сеточного тока, измеряемого микроамперметром. Такая схема измерения весьма чувствительна и срабатывает при наличии хотя бы одного короткозамкнутого витка. Для того чтобы чувствительность прибора сохранялась при измерении как больших, так и малых по размеру обмоток, катушки колебательного контура генератора делаются сменными с сердечниками разных форм и размеров. В рассмотренном приборе используются две сменные катушки. Одна намотана на сердечнике

размерами 15×16×120 *мм* и содержит 2 100 витков провода ПЭЛ 0,2 с отводом от 1 800 витков. Другая катушка намотана на каркасе длиной 30 *мм* и содержит 3 000 витков провода ПЭЛ 0,1 с отводом от 600 витков. В каркас вставлен стержень из пластин трансформаторного железа размерами 5,5×9×80 *мм*. Каждая ка-

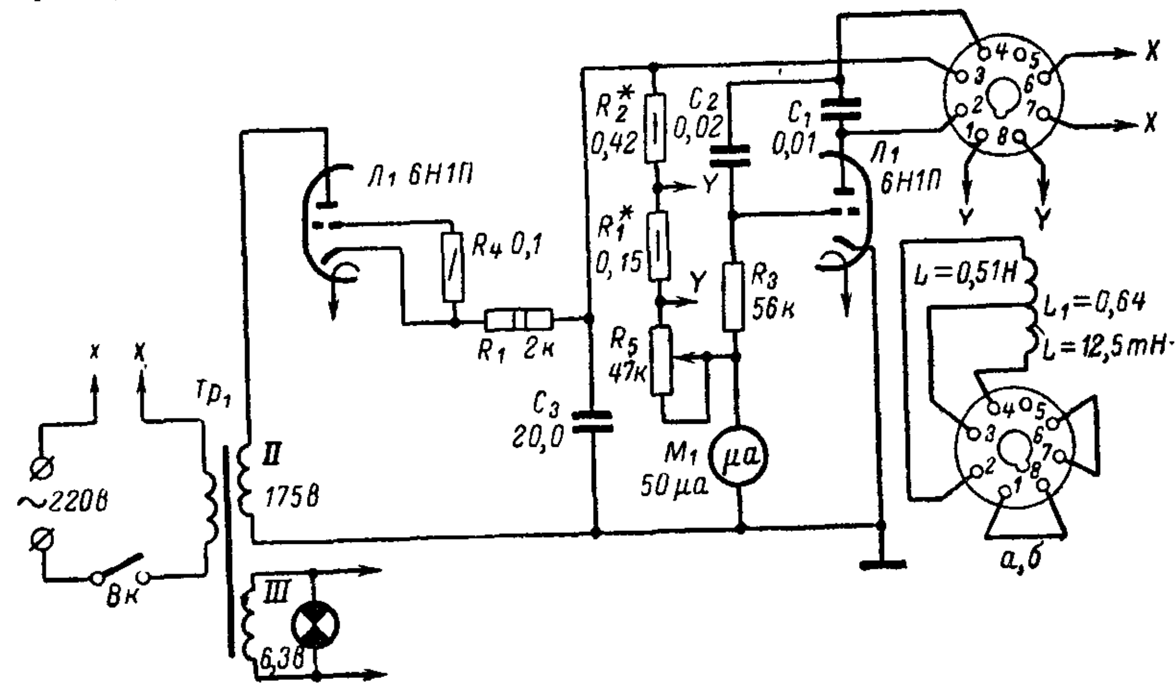


Рис. 7.

тушка прикреплена одним концом к цоколю лампы октальной серии. К контактным ножкам цоколя подпаивают выводы от катушек и перемычки (как показано на схеме). Соединение сменных катушек со схемой генератора осуществляется через ламповую панель, укрепленную на корпусе прибора [Л. 21].

Мостовые схемы

Рассмотренные схемы приборов используют для качественной оценки контролируемых изделий. Для количественной оценки применяют большей частью мостовые схемы измерений на переменном токе.

Простейшая схема моста переменного тока для разбраковки магнитофонных головок показана на рис. 8,*а* (автор В. А. Думенек). Принцип действия ее следующий. Две половинки испытуемой магнитной головки $L'_к$ и $L''_к$ прижимаются своими сердечниками к разомкнутому магнитопроводу катушек $L'_в$ и $L''_в$, питаемых от обмотки w_3 трансформатора Tp_1. Возникающая в катушках э. д. с. наводит ток в первичной обмотке переходного трансформатора Tp_2, вторичная обмотка которых включена в плечо измерительного моста. В другое плечо поступает сигнал с обмотки w_2 трансформатора Tp_1. Если параметры испытуемой головки соответствуют требуемым, то в диагонали моста разбаланса не будет и стрелка индикатора будет стоять на нуле. При отклонении параметров испытуемой головки от требуемых в измерительной диагонали появится сигнал разбаланса. Перед началом испытаний прибор настраивается с помощью резистора R_1 по эталонной магнитофонной головке. Чтобы при сильном сигнале разбаланса обмотка измери-

тельного прибора не вышла из строя, она зашунтирована резистором R_2. При отсутствии сигнала разбаланса для более точной настройки прибора резистор R_2 отключается кнопкой K.

Подобные схемы могут быть использованы не только для контроля качества магнитофонных головок, но и для проверки трансформаторов, катушек индуктивности с ферритовыми сердечниками, для проверки низкочастотных дросселей и т. д. Естественно предположить, что увеличение частоты питающего мост напряжения с соответствующей заменой сердечников из трансформаторного железа на ферритовые позволит значительно повысить чувствительность контроля. Однако надо учитывать, что при увеличении частоты на результаты замеров начнут оказывать влияние паразитные емкости монтажа и соединительных проводов.

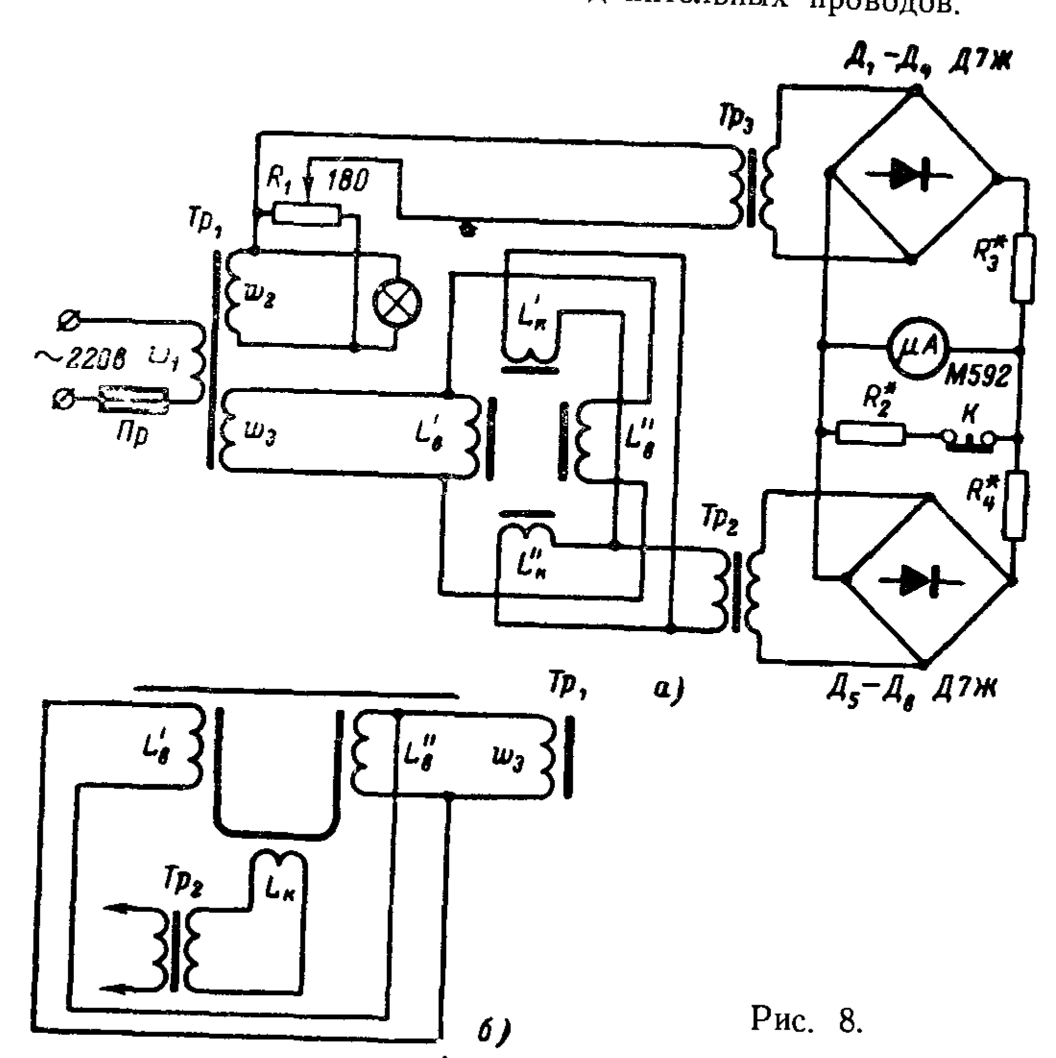


Рис. 8.

Следует обратить внимание и на тот факт, что прибор рассмотренного типа может быть применен для измерения концентрации ферромагнитных материалов в рудном концентрате, для измерения защитного слоя бетона над арматурой, для определения толщины немагнитных покрытий на ферромагнитых материалах. Для этого достаточно несколько изменить конструкцию чувствительного элемента, как показано на рис. 8,б. При этом величина э. д. с., наведенной в обмотке $L_к$ датчика, будет тем больше, чем больше ферромагнитного материала в исследуемой пробе, чем ближе находится арматура к торцу разомкнутого магнитопровода и чем тоньше слой покрытия на ферромагнитной основе. Правда, специальные приборы для этих применений строят на несколько ином принципе: в них используют дифференциальные индуктивные и индукционные датчики, о которых более подробно будет рассказано в следующей главе. Важно отметить, что в основе определения качества намотки катушек магнитофонных головок и в определении содержания ферромагнитного материала в рудном концентрате лежат одни и те же принципы, которые позволяют разработанные для одних целей приборы применять после небольшой переделки в совершенно другой области.

Мостовые схемы измерения получили широкое распространение в радиолюбительской практике. Их использование связано с повышенной чувствительностью по сравнению со схемами прямого отсчета измеряемого параметра и с тем, что мостовые схемы измерения позволяют довольно просто производить компенсацию погрешностей измерения, связанных с нестабильностью температуры и питающих мост напряжений

На рис. 9,а изображена схема измерительного моста на постоянном токе. Условием равновесия моста служит выполнение следующего равенства:

$$R_1R_4 = R_2R_3.$$

В случае равновесия моста ток в его измерительной диагонали равен нулю. На рис. 9,б показана схема измерительного моста на переменном токе Для этой схемы сохраняются те же соотношения, но активные сопротивления плеч моста заменяются комплексными. Условием баланса моста на переменном токе будут следующие соотношения·

$$|Z_1||Z_4| = |Z_2||Z_3|,$$

$$\varphi_1 + \varphi_4 = \varphi_2 + \varphi_3,$$

где $|Z|$ — модуль полного сопротивления плеча моста, а φ — фазовый сдвиг в соответствующем плече моста. Для полной балансировки моста переменного тока необходимо подобрать модули полных сопротивлений плеч моста и компенсировать фазовые сдвиги. При этом надо помнить, что с повышением частоты напряжения, питающего мост, начинают оказывать влияние на показания нуль-индикатора *НИ* паразитные емкости и индуктивности монтажа, соединительных проводов, а также наводки от внешних электрических полей. Положительным свойством мостовых схем на переменном токе служит то обстоятельство, что в них очень просто осуществлять усиление сигнала разбаланса. Для усиления сигнала разбаланса можно применять избирательные усилители переменного тока, схемы которых отличаются высокой стабильностью.

На рис. 9,в изображена схема простого электротермометра позволяющего измерять температуру в широком интервале. Термометры такого рода могут найти применение при измерении температуры различных объектов (например, при дистанционном измерении температуры больных). В качестве датчика температуры в одно из плеч моста включен терморезистор. Для проверки прибора перед началом и в конце измерений в его схеме предусмотрена калибровка, которая осуществляется с помощью резистора R_7 при подключении к схеме моста резистора R_1 вместо терморезистора *ТР*.

Как известно, сопротивление проводника в значительной степени определяется теплопроводностью среды, окружающей проводник. Это свойство положено в основу использования проводников с высоким температурным коэффициентом сопротивления для проведения газовых анализов и разделения газовых смесей [Л 15].

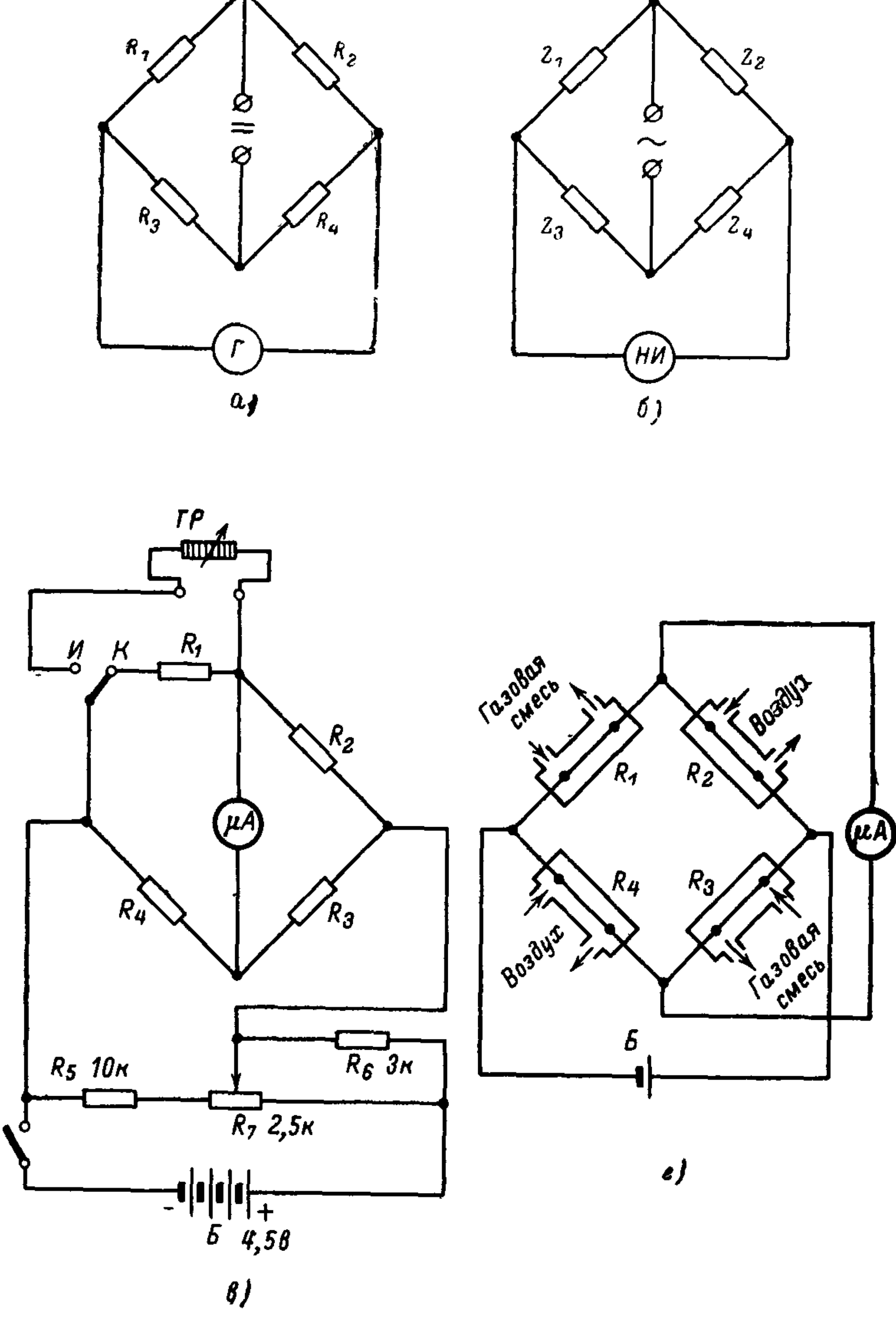


Рис. 9.

При этом был использован тот факт, что теплопроводность большинства газов довольно резко отличается от теплопроводности воздуха. Так, теплопроводность воздуха 23,78 *вт/см·град*, водорода 169,60 *вт/см·град*, двуокиси азота 42,71 *вт/см·град*, метана 31,38 *вт/см·град*, сероводорода 12,79 *вт/см·град* и т. д. На рис. 9,*г* изображена схема газоанализатора, чувствительный элемент которого состоит из четырех ячеек. Каждая ячейка представляет собой цилиндрическую камеру из хорошо проводящего материала, по оси которой натянута платиновая или вольфрамовая нить. Нить служит одновременно и нагревательным элементом и терморезистором. Все камеры включены по схеме неуравновешенного моста. Через две из них (сравнительные) пропускается воздух, а через две другие (рабочие) — анализируемая газовая смесь. При равенстве сопротивлений камер $R_1=R_2=R_3=R_4=R$ и при условии, что относительные изменения сопротивлений ΔR в рабочих камерах невелики по сравнению с абсолютными значениями сопротивлений R, можно написать приближенную зависимость тока в измерительной диагонали от относительного изменения сопротивления рабочих ячеек:

$$I=\frac{I_0}{2}\,\frac{\Delta R}{R+R_{\text{приб}}},$$

где I_0 — ток в цепи питания моста.

Величину I_0 выбирают такой, чтобы температура нити в измерительной ячейке не превышала 100° С. Это позволяет уменьшить потери за счет лучеиспускания. Применение этого метода измерения возможно только при условии, что температуры стенок камер внутри рабочих и сравнительных ячеек будут равны. Чтобы добиться этого, все ячейки делают в одном блоке из хорошо проводящего тепло материала (красная медь, алюминий и др.), а сами блоки помещают в термостаты. Аналогичные ячейки используются в приборах — хроматографах, предназначенных для разделения газовых и жидких смесей.

Мосты постоянного тока широко используют при конструировании терморегуляторов и других регулирующих устройств. На рис. 10 изображена схема автоматического регулятора температуры Б. Кореннова и В. Савинова [Л. 14]. Отличительной особенностью данного устройства является использование в качестве регулирующего устройства микроамперметра со световым отсчетом типов М91А, М95, М194 и т. д. Прибор работает следующим образом. С помощью резистора R_4, шкала которого градуирована в градусах Цельсия, устанавливают требуемую температуру. Если температура внутри регулируемого устройства достигнет заданной величины, то наступает баланс моста. Луч света с гальванометра попадает на фоторезистор, установленный напротив нулевой отметки шкалы, и фоторезистор изменяет свое сопротивление. Лампа $Л_1$ отпирается и срабатывает реле P_1, отключая нагревательное устройство. Когда температура внутри регулируемого устройства отклонится от заданной, наступит разбаланс моста. При этом луч света от гальванометра сойдет с фоторезистора. Сопротивление его резко возрастет, и лампа запрется, а реле своими нормально замкнутыми контактами включит нагревательное устройство. Так как чувствительность используемых микроамперметров со световой индикацией очень высока ($1{,}0$—$1{,}5\cdot10^{-8}$ *а*) и они обладают малой инерционностью, то с помощью такого терморегулятора можно поддерживать тре-

буемую температуру с точностью не хуже 0,1° С. Помимо регулирования температуры, данная схема регулирования с использованием микроамперметров со световой шкалой и фоторезистора может найти применение при создании регулирующих приборов для поддержания давления, скорости потока газов и жидкостей и других технологических параметров в требуемых пределах.

При установке в плечах моста активных сопротивлений для питания схемы можно использовать источники переменного тока. При этом характер соотношений выведенных для расчета величин, входящих в плечи моста сопротивлений, не изменится. Источ-

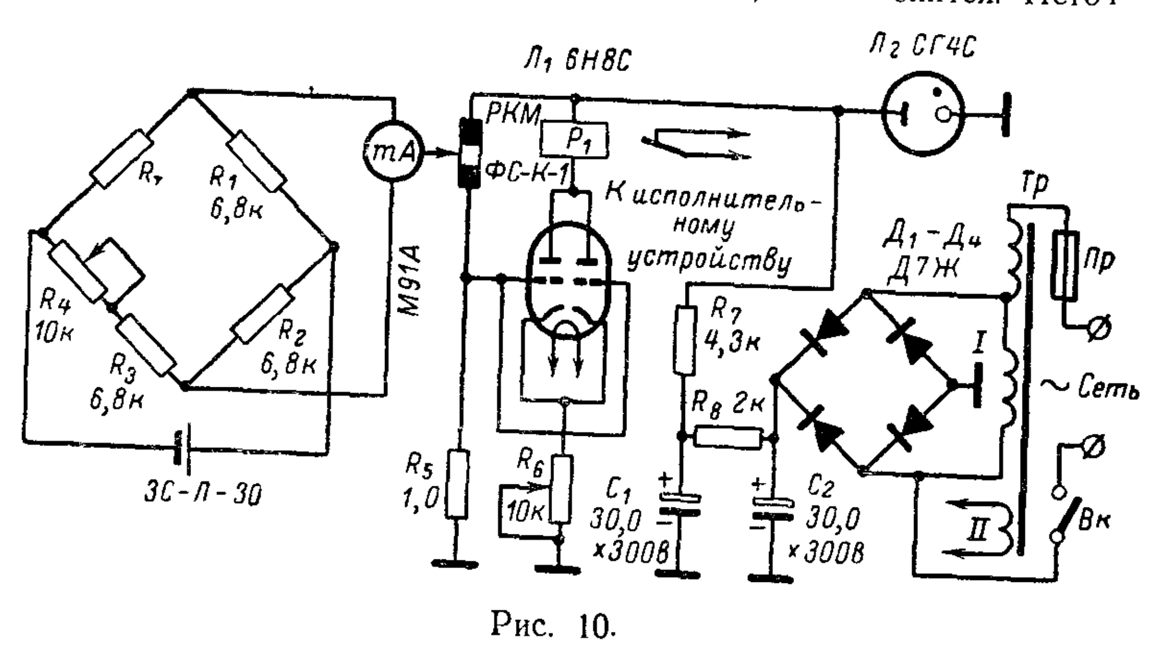


Рис. 10.

ники переменного тока широко используют при питании мостов измерительных ячеек газовых анализаторов и хроматографов. Это позволяет легко усиливать сигнал разбаланса переменного тока, используя схемы избирательных усилителей.

В том случае, если в плечи моста входят элементы, имеющие реактивные составляющие сопротивлений, применяют схемы мостов переменного тока с элементами компенсации модулей комплексных сопротивлений и фазовых сдвигов. Схема такого моста, разработанная Е. П. Соголовским, показана на рис. 11,*а* (упрощенный вариант). Это — схема моста переменного тока, работающая на частотах 50 *гц* и 5 *кгц*. Ее особенностью является несимметричное включение индикатора в измерительную диагональ.

На приведенной схеме Z_x — полное сопротивление измеряемой индуктивности или емкости, C_1 — образцовый конденсатор, R_3 — образцовый переменный резистор, градуированный в значениях емкости или индуктивности, R_4 — образцовый переменный резистор, градуированный в значениях $\operatorname{tg}\delta$ или Q, C_2 — полупеременный конденсатор, имеющий пределы изменения емкости 6—30 *пф*, который служит для компенсации паразитных емкостей C_0 схемы.

Полная схема моста переменного тока показана на рис. 11,*б*. В приборе применен один семиплатный переключатель на 12 положений, с помощью которого коммутируются все шкалы и пределы измерений емкостей и индуктивностей, и три переменных образцовых резистора, объединенных в одном корпусе, причем резисторы

R_{12} и R_{11} (на схеме) сдвоены. Конструкция переменных резисторов, предложенная автором прибора, позволила намного сократить габариты всего прибора в целом. Общий вид строенного резистора показан на рис. 12,*а*. К внешнему каркасу *1* прикреплены дужка «Отсчет» *2* и с внутренней стороны дужка *Q 3*. На внутреннем каркасе *4* укреплена дужка $\operatorname{tg}\delta$ *5*. Дужки изготовлены из тексто-

а)

б)

Рис. 11.

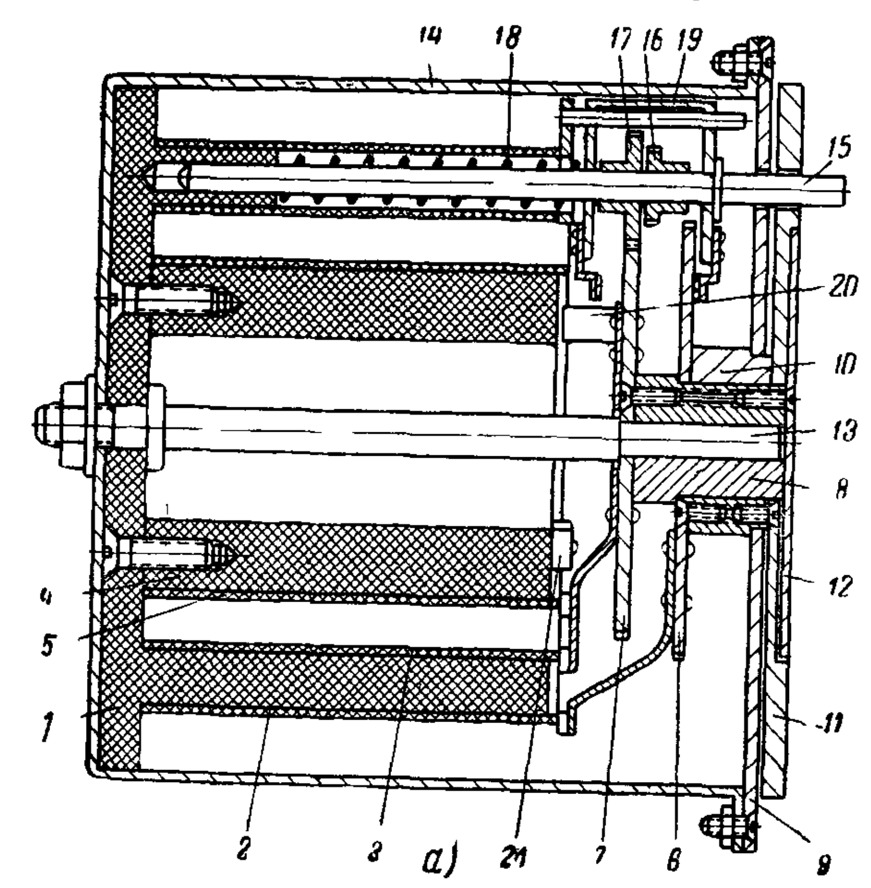
Таблица 1

Размеры дужек реостата

Дужки	Размеры, *мм*					Длина намотки, *мм*	Диаметр провода, *мм*
	a	*b*	*c*	*d*	*l*		
„Отсчет"	30	55	10	6	237	217	0,2
„tg δ"	25	48	7	5	135	121	0,3
„*Q*"	30	58	10	5	182	162	0,07

Примечание. Для намотки используется провод из манганина.

лита и после намотки на них манганиновой проволоки закреплены на каркасах винтами. Форма дужки показана на рис. 12,*б*, а размеры приведены в табл. 1. Для удобства сборки внутренний каркас сделан съемным. Реостат имеет два движка — один из них (для переменного сопротивления «отсчет») прикреплен к зубчатому



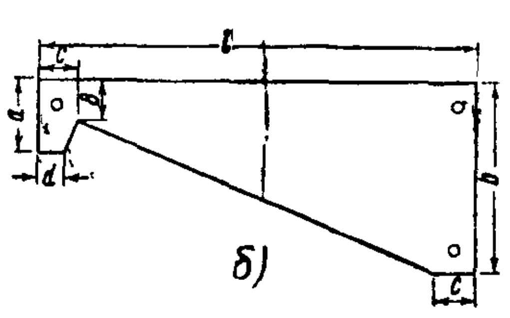


Рис. 12.

колесу *6* (см. рис. 12,*а*), а второй (общий для переменных резисторов tg δ и *Q*) — к зубчатому колесу *7*. Зубчатое колесо имеет втулку *8*, проходящую через крышку *9*. На втулке *8* вращается втулка *10*, которая также проходит через крышку. К обеим втулкам винтами прикреплены диски со шкалами. Диск *11* («отсчет») соединен с втулкой *10* и имеет углубление, в которое помещен диск 12 (tg δ и *Q*), прикрепленный к втулке *8*. Втулка *8* вращается на оси *13*, с помощью которой также крепится каркас реостата к корпусу *14*. Корпус вместе с крышкой *9* соединен с передней панелью моста.

Оба движка вращаются осью *15*, на которой имеются зубчатые колеса *16* и *17*. В свободном положении ось *15* выдвинута вперед пружиной *18*, и зубчатое колесо *16* через зубчатое колесо *6* передает вращение движку переменного резистора «Отсчет». При нажатии рукоятки реостата ось *15* отодвигается, зубчатое колесо *6* освобождается, а зубчатое колесо *17* зацепляется с зубчатым колесом *7*. Вывод от движков осуществляется через зубчатые колеса, ось *13* и корпус реостата на «землю». Ось *15* выведена наружу между шкалами «Отсчет» и «tg δ» и «*Q*», для чего в шкале «Отсчет» имеется прорезь по окружности примерно на 320°. Одновременно с осью *15* перемещаются тормозящие пружины *19*, предохраняющие нерабочее зубчатое колесо от случайного проворачивания.

Для ограничения вращения оси в пределах 320° в реостате предусмотрены упоры, в качестве которых для переменных резисторов «tg δ» и «*Q*» используется штифт *20*, закрепленный на зубчатом колесе *7*, и ограничитель *21*, расположенный на каркасе *4*, а вращение переменного резистора «Отсчет» ограничивается тогда, когда край прорези в диске «Отсчет» подходит к оси *15*.

Предложенная автором конструкция резистора может найти применение и в других мостах постоянного и переменного тока, в потенциометрах и компенсационных схемах измерения, так как этот резистор Соголовского позволяет с большой точностью и очень плавно изменять сопротивление в широких пределах.

Рассмотренный мост переменного тока позволяет измерять емкости конденсаторов от 100 *пф* до 100 *мкф* с точностью ±1% — +2 *пф*; индуктивности — от 100 *мкгн* до 100 *гн* с точностью ±1%; tg δ — от 0 до 0,5 с точностью ±5%; добротность *Q* — от 0,5 до 50 при точности ±5%. Автор использовал сопротивления типа БЛП, а конденсаторы типа КСГ, ПГС. Все перечисленные типы деталей обладают малой температурной нестабильностью и небольшим (1—5%) разбросом номиналов.

Измерители диэлектрической проницаемости

На рис. 13 изображена наиболее простая и в то же время часто встречающаяся схема кварцевого генератора высокой частоты и индикатора отсчета. Впервые на XIV Всесоюзную выставку ее представили радиолюбители А. К. Петров и А. С. Дедов. Кварцевый генератор выполнен по обычной схеме на триоде, в анодную цепь которого включен резонансный контур. В такой схеме кварцевый генератор возбуждается при индуктивном характере анодной нагрузки триода, т. е. если резонанс анодного контура лежит в области частот выше собственной частоты кварцевого резонатора. Когда анодный контур настроен на эту частоту, генерация срывается. Анодный контур настраивается на частоту кварцевого резонатора только при определенном значении суммарной емкости, включенной параллельно катушке индуктивности *L* с помощью переменного конденсатора C_2. В суммарную емкость составным элементом входит емкость датчика *Д*. Указателем настройки контура в резонанс с кварцем служит электроннооптический индикатор

настройки — лампа 6Е5С. При возбуждении генератора на управляющей сетке лампы $Л_1$ появляется отрицательный потенциал (за счет прохождения тока сетки через резистор R_1). Этот потенциал через резистор R_2 подается на управляющую сетку лампы 6Е5С, при этом уменьшается теневой сектор. При срыве колебаний, который происходит в момент настройки анодного колебательного контура в резонанс с частотой кварцевого резонатора, теневой сектор резко расширяется. Поскольку в схеме все элементы имеют постоянную величину, расстройка анодного контура может происходить только за счет изменения емкости датчика. Найдя зависимость между углом поворота ротора конденсатора C_2 и относительным изменением емкости датчика (за счет изменения влажности, уровня, величины перемещения и т. д.), можно составить соответствующую шкалу и по ней (по величине расстройки) непосредственно определять величину контролируемого параметра. Недостатками данной схемы являются ее сравнительно низкая чувствительность и зависимость показаний от температуры. Следует оговориться, что в этой главе рассматривается лишь принцип действия схем измерения. Подробно конструктивные особенности всех типов датчиков (преобразователей неэлектрических величин в электрические) будут рассмотрены в следующей главе.

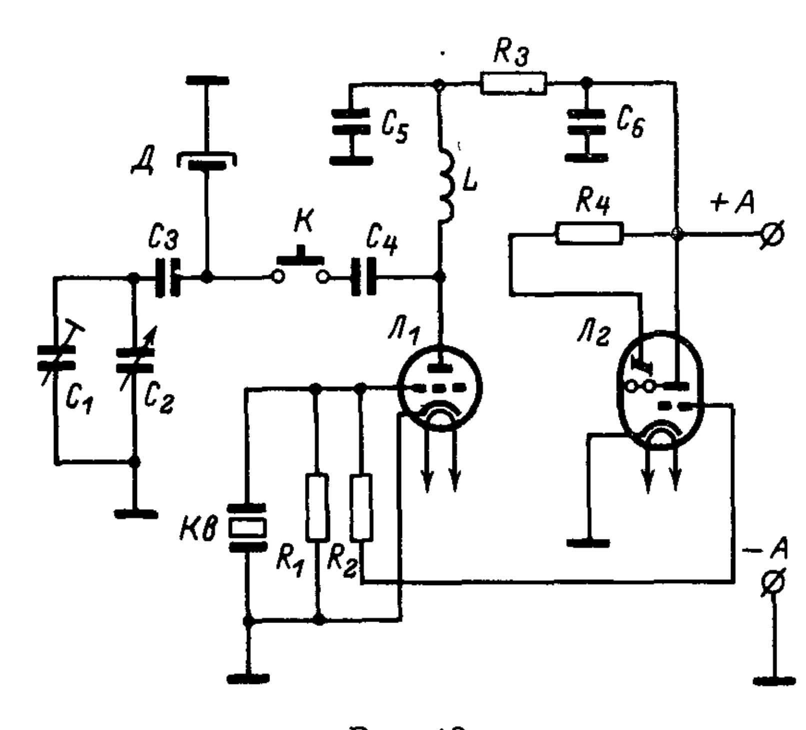


Рис. 13.

На рис. 14 показана одна из наиболее распространенных схем измерения. Ее отличие от схемы, рассмотренной выше, в том, что в ней использованы два генератора, выполненные по стандартным схемам на лампах $Л_5$, $Л_6$.

В режиме настройки собственные частоты генераторов равны. При поднесении датчика к измеряемому объекту (либо при засыпке в рабочий объем датчика измеряемого вещества) емкость последнего изменяется, что в свою очередь ведет к изменению рабочей частоты измерительного генератора, выполненного на лампе $Л_5$. При рассогласовании частот генераторов возникают биения. Эти биения усиливаются двухкаскадным усилителем и воспроизводятся головными телефонами. С помощью переменного конденсатора C_{14} добиваются исчезновения биений. Шкала вращения ротора конденсатора градуируется в величинах измеряемого параметра.

Этот прибор в отличие от предыдущего более чувствителен. Кроме того, помещая оба генератора в одинаковые температурные условия, можно добиться полной компенсации погрешности за

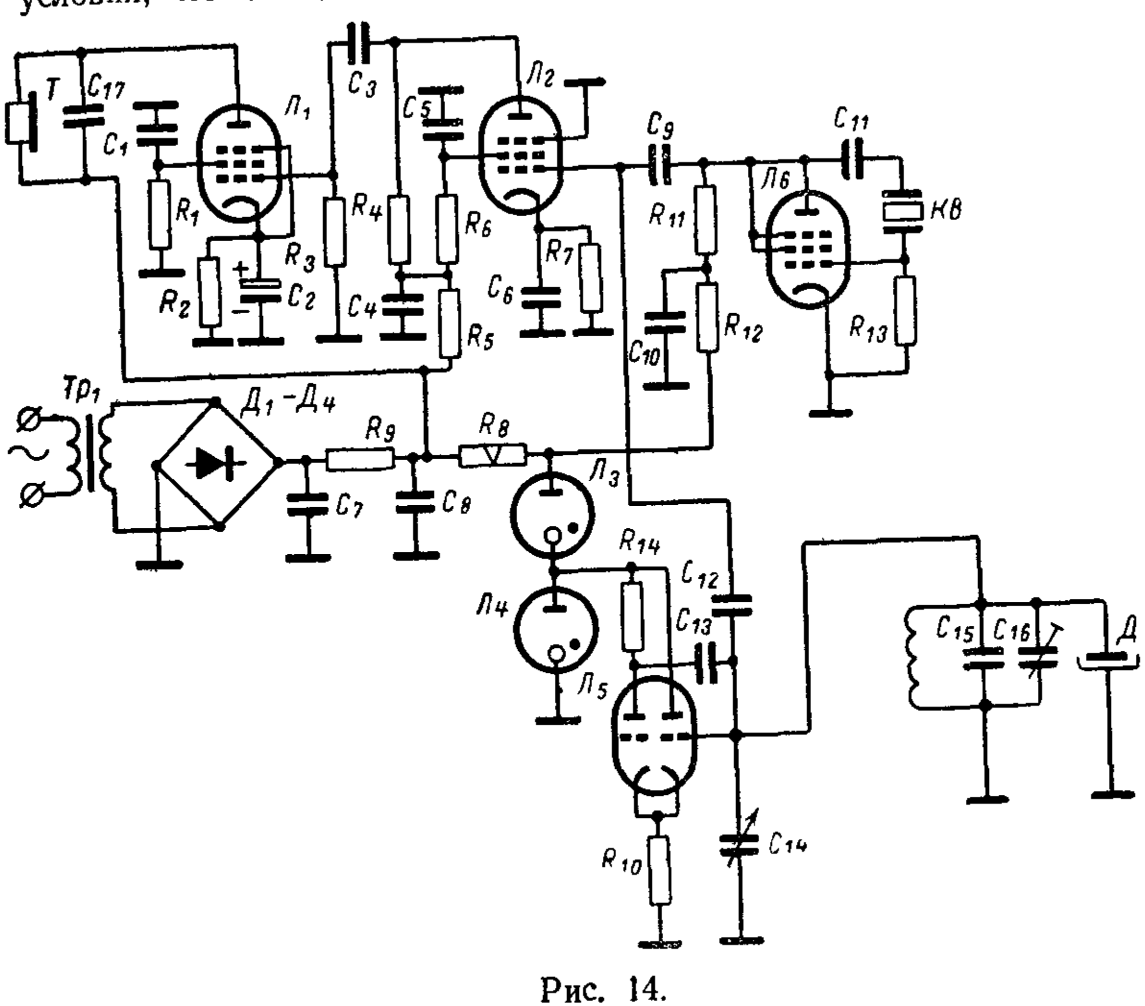


Рис. 14.

счет температурной нестабильности. В схеме могут быть применены лампы $Л_1$ — 6Ж4П; 6П1П; $Л_2$, $Л_6$ — 6Ж3П, 6Ж1П; $Л_5$ — 6Н3П; $Л_3$, $Л_4$ — СГ1П. Номиналы резисторов и конденсаторов, входящих в схему, определяются режимами выбранных ламп.

Инженером В. Каралисом предложена мостовая схема измерения изменения емкости датчика [Л. 12]. Схема измерительного моста изображена на рис. 15. Это нелинейный двойной Т-образный мост, плечи которого составлены из диодов $Д_1$ и $Д_2$, резисторов R_1 и R_2 и конденсаторов C_1 и C_2. Питание моста осуществляется от генератора высокой частоты. Разбаланс моста измеряют гальванометром или вольтметром постоянного тока.

Датчиком служит один из конденсаторов, C_1 или C_2. Другой может служить эталонным или компенсационным конденсатором.

Величина тока разбаланса моста будет тем больше, чем больше различие в емкостях, чем больше частота и амплитуда питающего напряжения и чем меньше сопротивление индикатора (нагрузки).

Этот вывод можно сделать в том случае, если номиналы остальных элементов схемы попарно равны между собой. Линейность зависимости тока нагрузки от относительного изменения емкости датчика обеспечивается лишь в том случае, если в процессе измерения емкость датчика изменится не больше чем на ±10% (при предварительном равенстве C_2 и C_1).

На рис. 16,*а* изображена принципиальная схема влагомера конструкции В. П. Попенко. Прибор позволяет определять влажность сыпучих продуктов в пределах 0—30% с погрешностью, не превышающей 2,5%. Он состоит из высокочастотного генератора (собственная частота 0,86 *Мгц*), выполненного на транзисторах T_1 и T_2. Частота генератора стабилизирована кварцем. Напряжение с выхода генератора поступает на колебательный контур C_3L. Составным элементом колебательного контура является емкость измерительного датчика. В момент, когда частоты настройки контура и генератора совпадают, стрелка индикатора отклонится на максимальную величину. При изменении емкости датчика частота настройки контура будет изменяться, что приведет к уменьшению отклонения стрелки, величина которого будет пропорциональна увеличению расстройки. Для того чтобы иметь возможность проверить готовность прибора, в схеме предусмотрена калибровка. Нажатием на кнопку *K* (калибровка) как бы искусственно увеличивают величину расстройки контура, подсоединяя параллельно к контуру емкость C_2, шунтированную резистором R_6. Прибор прост в работе и наладке. Как вариант этой схемы В. П. Попенко предложил несколько измененную схему (рис. 16,*б*). На ней изображена только генераторная часть прибора. К схеме рис. 16,*а* она подсоединяется в точках *1, 2, 3*. Как видно из рисунка, схема второго варианта генератора выполнена на одном транзисторе. Достоинством обеих схем является их простота в изготовлении, наладке и надежность в работе. Автор снял градуировочные кривые и определил границы использования своих влагомеров.

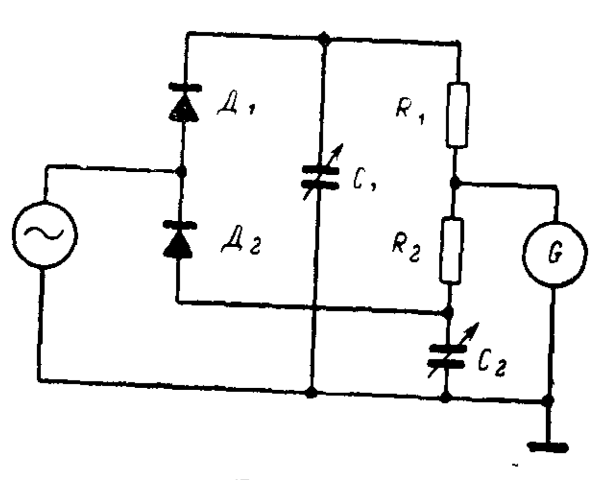


Рис. 15.

Радиолюбитель А. Кудряшов разработал конструкцию автоматического самопишущего влагомера, предназначенного для измерения влажности зерна в потоке (рис. 17). Влажность зерна определяется по изменению высокочастотной проводимости. Конструктивно прибор выполнен в виде трех блоков: датчика-преобразователя, компенсационного устройства и стандартного самописца типа ЭПП-09М1.

Датчик-преобразователь состоит из двух высокочастотных генераторов, собранных по трехточечной схеме на транзисторах T_1 и T_2. Генератор на транзисторе T_1 — измерительный, а генератор на транзисторе T_2 — компенсационный. Оба генератора идентичны по параметрам, что обеспечивает температурную стабильность схемы. Оба генератора и резисторы R_5 и R_7 образуют высокочастотный мост. В сбалансированном состоянии, при равенстве всех

параметров генераторов, разность потенциалов между точками *K* и *M* будет равна нулю. При изменении емкости датчика, подсоединяемого к точке *A* измерительного генератора, из-за изменения влажности исследуемого продукта между точками *K* и *M* появится разность потенциалов, которая тем больше, чем больше влажность. Эта разность потенциалов через компенсационное

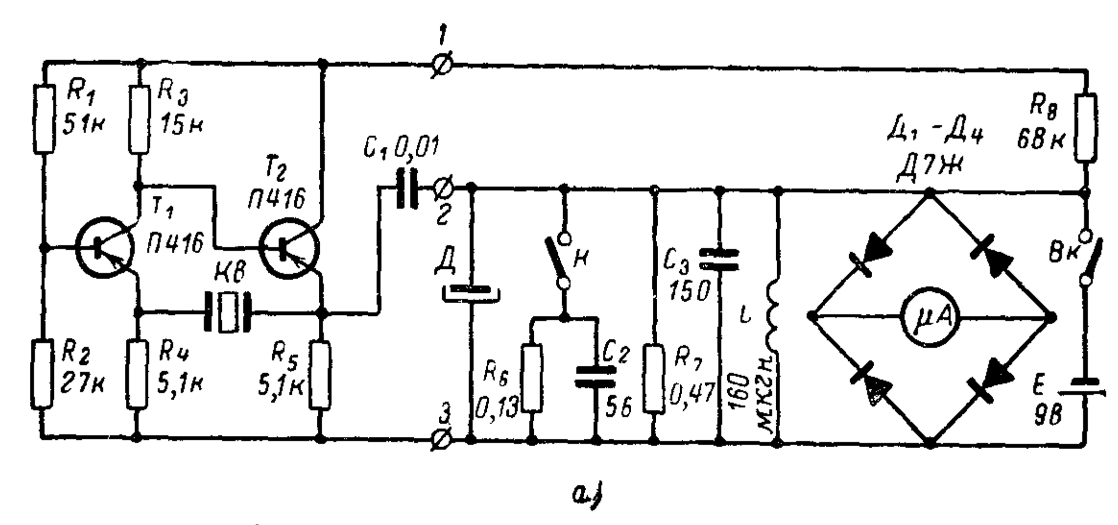


Рис. 16.

устройство подается на вход самопишущего прибора типа ЭПП-09М1. Компенсационное устройство служит для компенсации начальной разности потенциалов между точками *K* и *M*, которая имеется при заполнении объема датчика сухим веществом. Конструкция этого влагомера — одна из наиболее удачных и продуманных. На рис. 18 изображена схема, также работающая на биениях (автор Л. Г. Гончаренко) Схемы такого рода описаны в литературе [Л. 37]. Все они отличаются способом индикации (по сигналу низкой частоты с наушниками или динамиком, по стрелочному индикатору). Схемы на биениях довольно чувствительны и обеспечивают высокую точность в определении относительного изменения емкости.

Чтобы закончить знакомство с влагомерами, рассмотрим схему влагомера радиолюбителя В. Е. Савченко (рис. 19). Прибор предназначен для измерения и регулирования влажности газов. Его схема состоит из двух кварцевых генераторов, образующих высокочастотный мост. Кварцевые резонаторы имеют вид свободно колеблющихся пластинок, одна из которых соприкасается с исследуемой средой, а другая помещена в гибкий футляр из пластика. Он изолирует эту пластину от влаги газообразной среды, но не изолирует от температуры и давления. Режим работы ламп выбран таким, что изменение напряжения на управляющих сетках линейно связано с изменением анодного тока. Величина анодного тока определяется добротностью кварца, которая в свою очередь определяется упругостью паров воды, имеющихся в контролируемом газе. Чем больше влажность, тем выше упругость и тем резче изменение анодного тока. Измеритель реагирует на величину сиг-

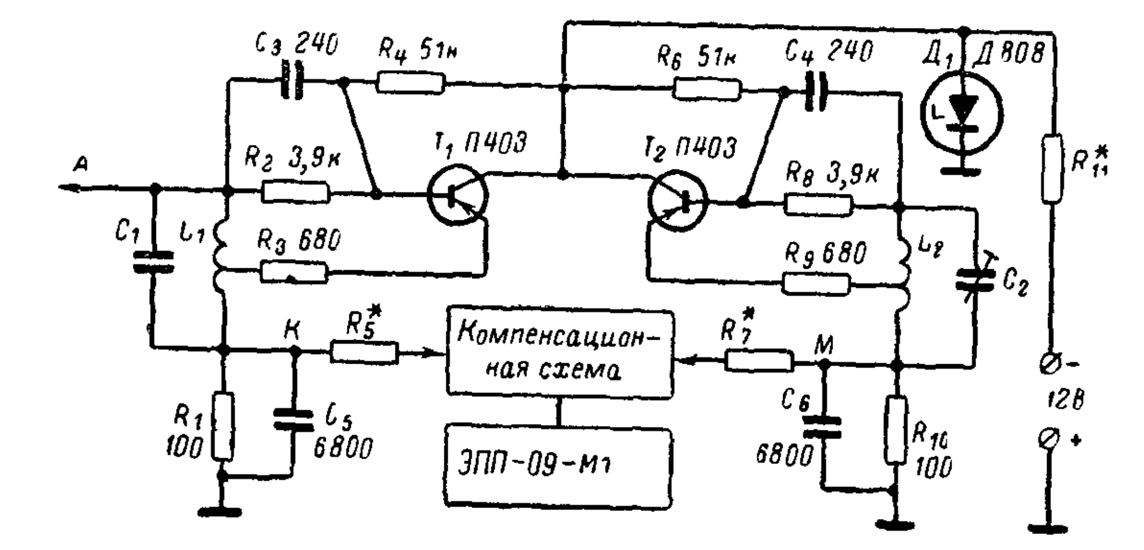


Рис. 17.

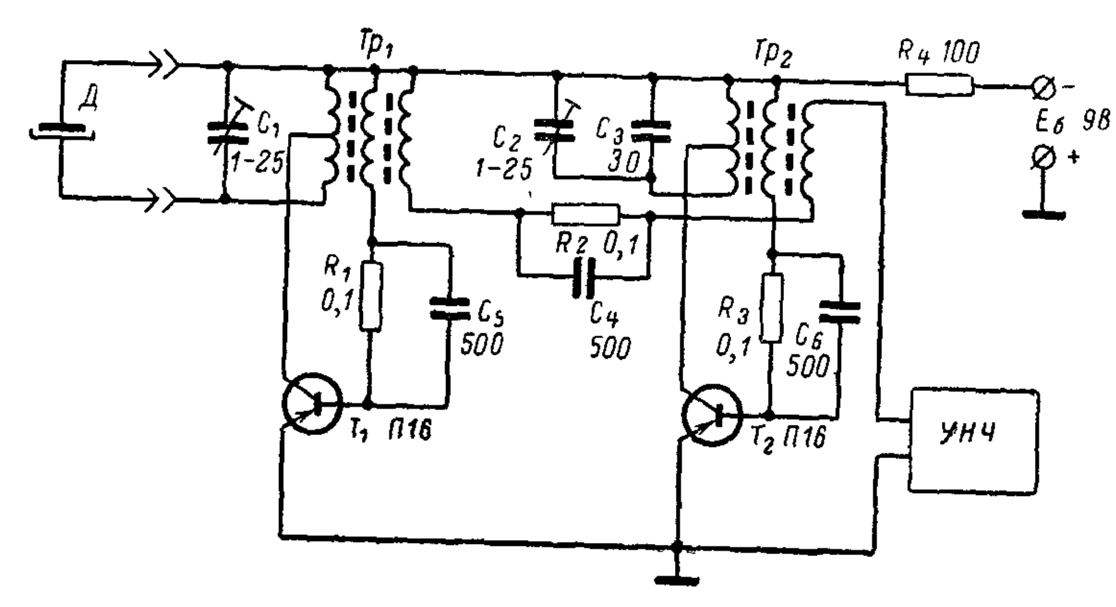


Рис. 18.

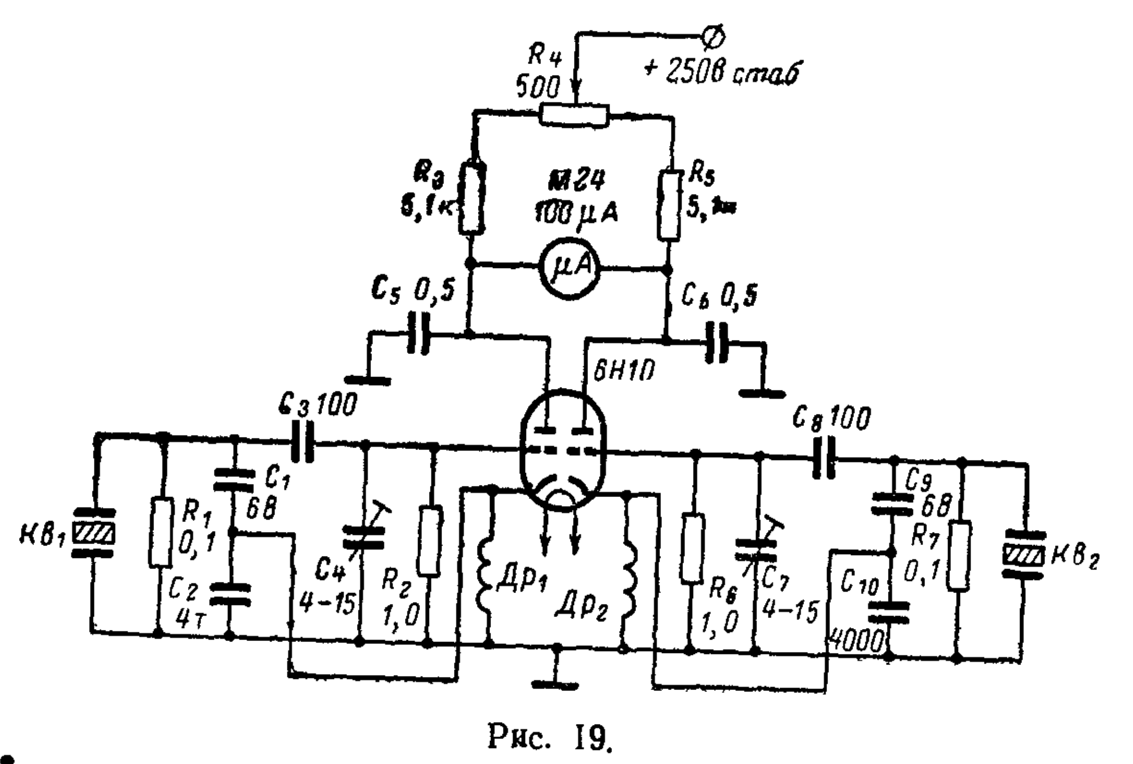


Рис. 19.

нала разбаланса, появляющегося на выходе высокочастотного моста при изменении влажности контролируемого объекта. Так как стабильность частоты кварцевых генераторов очень высока, данная схема отличается высокой чувствительностью и надежностью.

Ультразвуковые измерительные установки

В последнее время все большее значение приобретают импульсные ультразвуковые мéтоды измерений. При сравнительно несложной аппаратуре и методике измерения импульсный ультразвуковой метод позволяет с достаточной степенью точности определять местонахождение дефектов в изделиях, определять физико-химические и механические характеристики различных материалов и не только определять, но и следить за их изменением во времени [Л. 28].

В настоящее время ультразвуковые методы контроля и измерений широко используются в строительстве для определения механических характеристик строительных материалов, в геологии для исследования геологических разрезов в скважинах, в химии для исследования физико-химических характеристик различных сред, для определения расходов жидкостей, для контроля уровней жидкостей и сыпучих материалов в емкостях, в металлургии для дефектоскопии различных металлических изделий, в автомобильной промышленности для дефектоскопии различных деталей автомобилей, в сельском хозяйстве для контроля толщины слоя жира у сельскохозяйственных животных, в медицине для обнаружения и локализации опухолей, в ряде областей народного хозяйства для многих других применений.

На рис. 20 показана блок-схема ультразвукового прибора радиолюбителей В. Ф. Голубицкого и В. В. Мельникова для автоматической дозировки и поддержания уровня взрывоопасных и агрессивных жидкостей (спиртов, кислот, щелочей и т. д.) в открытых и закрытых емкостях, работающих под низким и высоким давлением. Принцип действия прибора основан на измерении времени прохождения ультразвукового сигнала по акустической линии: излучатель *9*, стенка сосуда *2′*, жидкость *10*, противоположная стенка сосуда *2″*, приемник акустических колебаний *1*. Изменение уровня жидкости приводит к увеличению пути прохождения ультразвуковых колебаний по стенкам сосуда, которые используются как волноводы. Ультразвуковые колебания распространяются по стенкам сосуда с минимальным затуханием при условии, что в стенке сосуда укладывается целое число полуволн. Следовательно, частоту акустических колебаний можно определить из равенства

$$f = \frac{2C}{H},$$

где C — скорость распространения акустических колебаний в материале стенок сосуда, f — частота акустических колебаний, H — толщина стенок измерительной камеры. Наикратчайший путь распространения ультразвука будет при достижении жидкостью уровня, на котором находятся акустические головки. В общем случае время от посылки ультразвукового импульса до его приема будет зависеть от уровня жидкости в сосуде. Перемещая совместно излучатель *9* и приемник *1* вдоль стенок сосуда, по минимальному времени прохождения сигнала от излучателя до приемника определяют местонахождение уровня жидкости в сосуде. Минимальное

время будет соответствовать кратчайшему пути прохождения сигнала от излучателя к приемнику.

Для автоматического поддержания требуемого уровня и для автоматической дозировки продукта приемную и излучающую акустические головки располагают несколько выше верхнего предела требуемого уровня, как показано на рис. 20. При этом прибор работает следующим образом. Задающий генератор *11* запускает

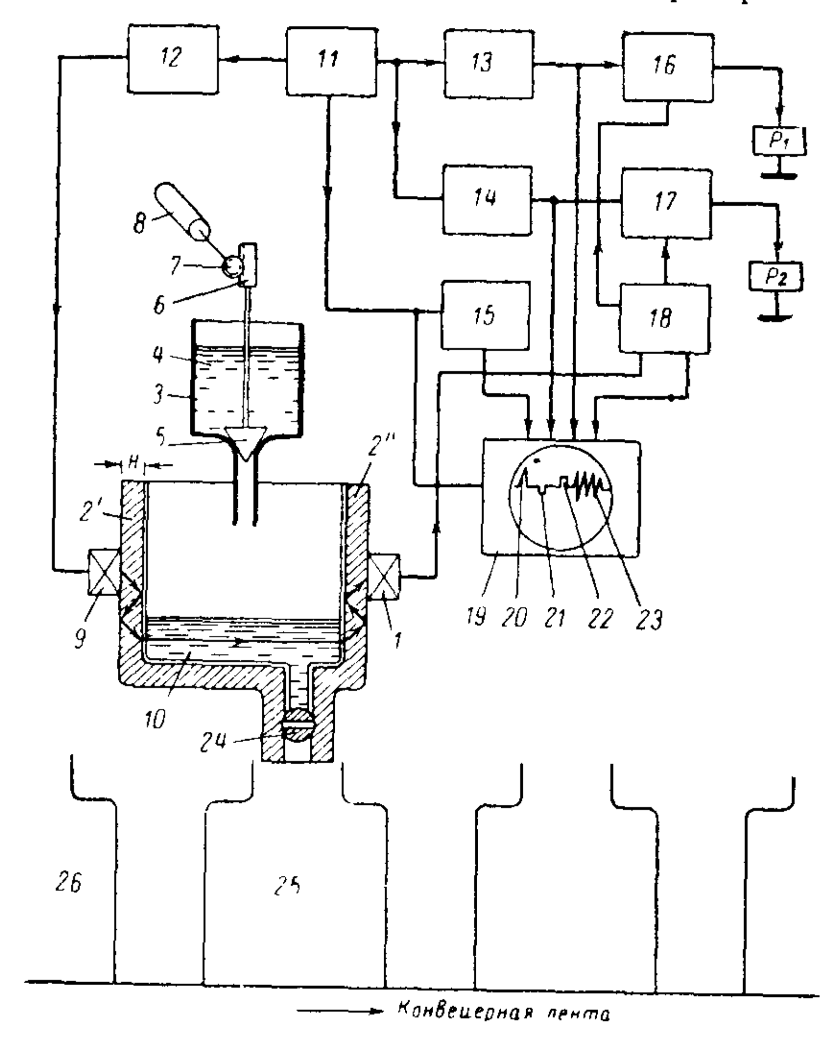


Рис. 20.

генератор радиочастотных импульсов *12*, блок задержки для установки верхнего предела уровня *13*, блок задержки для установки нижнего предела уровня *14*, генератор развертки *15* осциллографического индикатора *19*. Сигнал с генератора радиочастотных импульсов поступает на излучатель *9*, где преобразуется в акустический сигнал. Акустический сигнал проходит по стенке *2'*, по регулируемой жидкости *10*, по стенке *2''* и попадает на приемник акустических колебаний *1*. Приемник преобразует акустический сигнал в электрический, который усиливается усилителем *18* и после детектирования поступает на осциллографический индикатор *19* и схемы совпадения установок верхнего и нижнего уровней *16* и *17*. Одновременно на индикатор поступают задержанные строб-импульсы со схем задержки *13* и *14*. Строб-импульс *22* соответствует нижнему пределу регулирования уровня (или дозы). Строб-импульс *21* соответствует верхнему пределу регулирования уровня. Импульс *20*

соответствует моменту посылки радиоимпульса на излучатель *9*. Импульс *23* — принятый сигнал после усилителя *18*. Если уровень жидкости в сосуде ниже нижнего предела, то электромеханический кран *24* закрыт, стопор *5* разливочной емкости *3* поднят и жидкость *4* свободно стекает из верхней емкости *3* в мерный сосуд *2*. Когда уровень жидкости *10* достигнет верхнего предела регулирования уровня (строб-импульс *21*), на схему совпадения *16* одновременно придут импульсы с блока задержки *13* и с усилителя *18*. Схема совпадений откроется, сработает реле P_1, включит двигатель *8*, на вал которого насажена шестерня *7*, находящаяся в зацеплении с рейкой *6*, и тем самым опустит стопор *5*, прекратив слив жидкости из разливочной емкости. Одновременно откроется кран *24*, и жидкость из мерного сосуда начнет вытекать в соответствующие емкости *25*. Когда уровень жидкости достигнет нижнего предела регулирования, на схему совпадения *17* одновременно придут сигналы с приемника *1* и блока задержки *14*. Схема совпадения сработает и включит реле P_2. При этом закроется кран *24* и двигатель *8* начнет вращаться в обратную сторону до тех пор, пока не поднимется стопор *5*. Конвейер передвинет емкость *25*, и под погрузку (кран *24*) станет следующая емкость *26*. Затем цикл повторится.

Так прибор работает в режиме дозировки жидкости. В режиме поддержания требуемого уровня одна из схем совпадения вместе с соответствующим блоком задержки отключается и управление работой стопора *5* осуществляется одним реле. При этом цикл управления упрощается, так как, когда уровень жидкости ниже заданного, нормально замкнутые контакты реле P_1 включают двигатель *8* на режим подъема стопора *5* и из разливочной емкости в сосуд *2* начнет поступать жидкость. Когда требуемый уровень будет достигнут, сработает схема совпадения, включится реле P_1, нормально замкнутые контакты его разомкнутся, а нормально разомкнутые контакты сомкнутся, тем самым включив двигатель *8* в режим опускания стопора *5*. Рассмотренная схема дозировки и поддержания уровня отличается большим быстродействием, высокой точностью поддержания требуемого уровня и обеспечения необходимой дозы. Прибор использовался на одном из металлургических заводов для разливки металла и поддержания требуемого уровня в кристаллизаторе.

На рис. 21,*а* показана блок-схема универсального ультразвукового прибора для физико-химических и механических испытаний, предложенная автором книги. Этот прибор позволяет измерять как скорость и затухание ультразвука, так и амплитудно-фазовые характеристики принятого сигнала с помощью фоторегистратора. Прибор работает следующим образом. Задающий генератор *1* запускает блок задержки развертки *2* и управляет работой электронного коммутатора *4*. Последний через согласующий каскад *5* запускает каскад задержки генератора импульсов *9* и блок масштабных меток *6*, а также управляет работой усилителя *15*, запирая его на период генерирования масштабных меток. Каскад задержки генератора импульсов *9* задерживает запуск генератора импульсов на время 70—220 *мксек*, необходимое для того, чтобы компенсировать «мертвое время» блока задержки *2* и тем самым наблюдать на экране индикатора *16* отсчетный (пусковой) импульс. Генератор импульсов *8* вырабатывает импульсы с амплитудой 100 *в* и длительностью, изменяющейся в пределах 5—50 *мксек*. Эти импульсы

усиливаются усилителем импульсов *7* до напряжения 0,5—2,0 *кв* (изменяется ступенями) и подаются на излучатель *12,* который преобразует импульс электрического напряжения в акустический сигнал, излучающийся в исследуемую среду *13.* После прохождения через исследуемую среду акустический сигнал попадает на приемник *14,* преобразуется в электрический импульс напряжения, усиливается усилителем *15* и подается на вертикальные пластины электроннолучевого индикатора

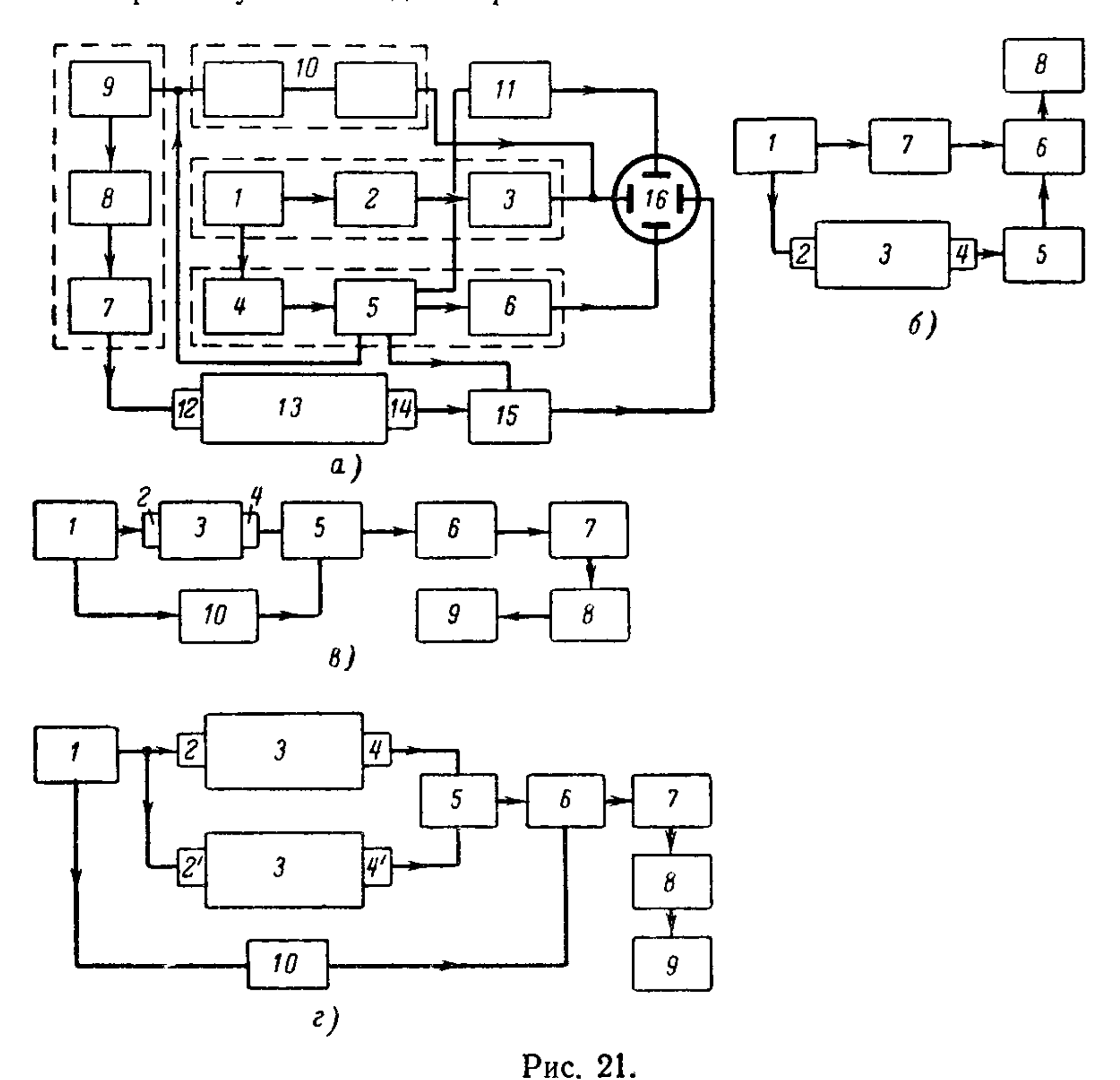


Рис. 21.

Блок задержки развертки *2* задерживает запуск генератора развертки *3* на время, равное времени прохождения сигнала через исследуемую среду Генератор меток времени *6* генерирует метки: основные — через 2 *мксек,* кратные — через 10 и 100 *мксек.* Блок подвижной метки *10* задерживает отсчетную метку на фиксированное время, необходимое для того, чтобы независимо от максимальной возможной длительности импульса, которую можно наблюдать на экране индикатора, и протяженности исследуемой среды в левой части экрана индикатора всегда наблюдался отсчетный импульс, совмещенный с одной из кратных меток. Это особенно важно при фотографировании импульсов При этом на экране индикатора одновременно наблюдаются отсчетный импульс, импульс, прошедший исследуемую среду, и метки времени всех кратностей В схеме

также предусмотрено вспомогательное устройство *11,* дающее возможность выключать метки времени в том случае, когда необходимо наблюдать только форму импульса, и подключать внешний автоматически изменяющийся по заданной программе резистор переменного сопротивления в цепь задержки развертки устройства. Принципиальная схема данного прибора рассмотрена в [Л. 37]

На рис. 21,*б* показана блок-схема прибора для измерения скорости распространения ультразвуковых колебаний, разработанная радиолюбителями А. Левиным и Б Нейманом. Для регистрации времени прохождения сигнала от излучателя до приемника в схеме используется принцип совпадения. Генератор импульсов *1* вырабатывает короткие электрические импульсы, которые поступают на излучатель *2* и на блок задержки *7.* Излучатель преобразует электрические импульсы в акустический сигнал. Акустический сигнал, пройдя исследуемую среду *3,* попадает на приемник *4,* которым снова преобразуется в электрические затухающие колебания. Электрические колебания усиливаются и детектируются усилителем *5* и попадают на вход схемы совпадения. На другой вход схемы совпадения поступает сигнал с блока задержки *7.* Момент совпадения регистрируется индикатором *8.* Время задержки сигнала, поступающего с блока *7,* регулируется потенциометром, на оси которого укреплена шкала, снабженная нониусом для более точного отсчета. Применение схемы совпадений дало возможность авторам регистрировать изменение скорости с высокой точностью

Используя этот принцип измерения скорости ультразвука, довольно легко изготовить прибор с непрерывной записью изменения скорости ультразвука во времени в ходе измерения физико-химических или механических характеристик различных материалов. Последнее особенно важно при использовании ультразвукового метода в научно-исследовательской практике. Более подробные сведения о конструкции данного прибора можно найти в [Л. 17].

Как показали исследования, проведенные автором, при изучении закономерностей процесса полимеризации некоторых материалов, в частности каучуков, форма пакета колебаний, принятого приемником ультразвукового прибора, является довольно важной, а в некоторых случаях и определяющей характеристикой, отражающей ход физико-химических изменений в исследуемых материалах. Это связано с тем, что принятый приемником пакет колебаний является результатом суммарного воздействия на приемник сигнала, прошедшего от излучателя до приемника по кратчайшему пути, а также сигналов разной кратности отражения, отраженных от стенок измерительной камеры. Во время некоторых физико-химических процессов выделяется значительное количество тепла. Так как реакция протекает в замкнутом объеме, внутри контролируемого объема температурное поле распределено неравномерно: в центре изделия температура выше, чем по краям. Вследствие неравномерности распределения температурного поля по объему изделия условия прохождения разных составляющих суммарного пакета ультразвуковых колебаний неодинаковы, причем эти условия изменяются во времени, так как в ходе процесса температурное поле постепенно выравнивается Отдельные составляющие суммарного пакета колебаний проходят разными путями в объеме контролируемого изделия, а скорость ультразвука довольно резко зависит от температуры, поэтому между отдельными составляющими суммарного пакета колебаний происходят фазовые (временные) сдвиги. Эти

фазовые сдвиги приводят к искажению формы суммарного пакета колебаний, которое изменяется во времени. Вместе с искажением формы пакета изменяется и площадь, ограниченная огибающей этого пакета, что дало возможность создать простой прибор для непрерывной записи искажения формы пакета в ходе проведения исследования. На рис. 21,*в* изображена блок-схема прибора, разработанная автором для регистрации искажения формы пакета из-за изменения временных (фазовых) сдвигов в ходе проведения исследования. Генератор импульсов *1* вырабатывает импульсы, поступающие на излучатель *2* и на вспомогательное устройство *10*.

Излучатель *2* преобразует электрические импульсы в акустические сигналы, которые поступают в исследуемую среду *3*. Пройдя исследуемую среду, акустические сигналы попадают на приемник *4*, которым снова преобразуются в электрические колебания. На приемник поступают сигналы, прошедшие по кратчайшему пути от излучателя, а также сигналы, отраженные от стенок измерительной камеры. Электрические колебания суммарного пакета усиливаются широкополосным усилителем *5*, детектируются детектором *6* и поступают на интегрирующий каскад *7*. Средний потенциал зарядной емкости интегрирующего каскада измеряется ламповым вольтметром *8* и записывается с помощью стандартного потенциометра *9* типа ЭПП-09. Так как фазовые сдвиги между отдельными составляющими проявляются наиболее заметно в средней части суммарного пакета, то для повышения чувствительности в приборе предусмотрено вспомогательное устройство *10*. Его назначение состоит в том, чтобы вырезать из суммарного пакета ту часть сигнала, которая наиболее резко изменяется в ходе исследуемого процесса. Устройство *10* отпирает усилитель только на время прохождения наиболее резко изменяющейся части сигнала. В остальное время усилитель заперт. Это позволило значительно повысить чувствительность прибора за счет увеличения соотношения сигнал/шум усилителя. Данный прибор может найти применение не только для измерения в средах со значительным изменением свойств по объему, но и для измерений ультразвуковым методом по дифференциальной схеме. На рис. 21,*г* показан возможный вариант применения прибора для амплитудно-фазовых измерений по дифференциальной схеме. Импульсы, вырабатываемые генератором *1*, поступают на излучатели измерительной *2* и калиброванной *2'* линий. Пройдя исследуемую *3* и калиброванную *3'* среду, сигналы поступают на приемники *4* и *4'*. После преобразования в электрические импульсы сигналы смешиваются в смесителе *5* и поступают на вход усилителя *6*, где усиливаются, детектируются и попадают на интегрирующий каскад *7*. Дальнейший процесс проходит так же, как и в схеме, изображенной на рис. 21,*в*. Отличие между рассмотренными схемами применения амплитудно-фазового метода состоит в том, что если в первой схеме фазовые сдвиги между отдельными составляющими образовывались за счет неравномерного, изменяющегося во времени строения среды по объему, то во втором случае фазовые сдвиги определяются различием условий прохождения сигналов в измерительной и калиброванной линиях.

Измерители прочности материалов

Одной из важных механических характеристик различных конструкций и сооружений является прочность. Прочность зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются структурные особенности материала (характер связей между отдельными частицами) и характер распределения механических напряжений по отдельным элементам конструкций. Структурные особенности большинства материалов хорошо изучены и в процессе эксплуатации сооружений контролируются только в исключительных случаях. Характер распределения механических напряжений в отдельных элементах конструкций не всегда ясен и в ряде случаев, особенно при исследовании новых конструктивных элементов, требует постоянного контроля и наблюдения. О характере распределения напряжений обычно судят по деформациям соответствующих конструктивных элементов. Среди многочисленных методов измерения

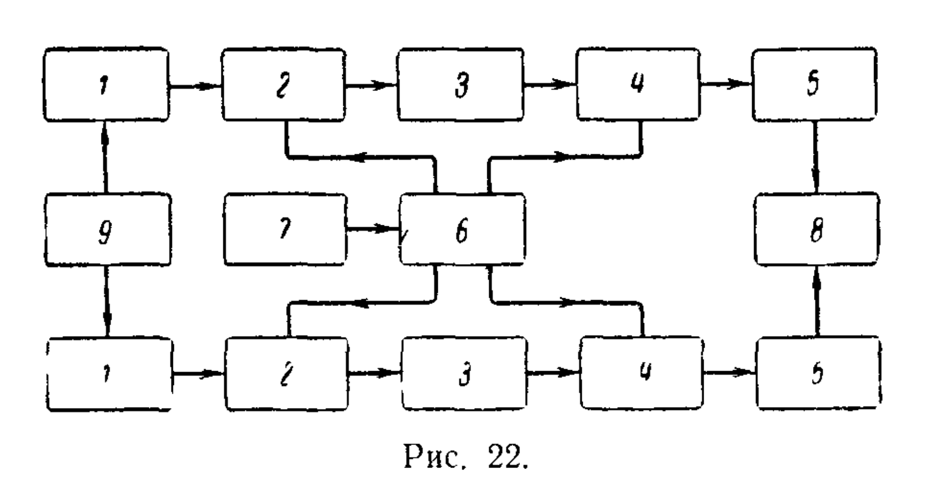


Рис. 22.

деформаций наибольшее распространение получили тензометрические методы, основанные на использовании тензометров сопротивления. Это связано с тем, что проволочные тензометры сопротивления с помощью соответствующей аппаратуры позволяют проводить наблюдения одновременно в нескольких точках, в отдаленных и труднодоступных местах, регистрировать быстрые изменения деформаций во времени. Кроме того, данные тензометрических наблюдений можно записывать на диаграммные ленты, что особенно важно при исследовании механических напряжений на объектах, испытание которых связано с опасностью для жизни человека.

На юбилейную Всесоюзную радиовыставку радиолюбитель И. Ф. Сорин представил конструкцию малогабаритного шестиканального тензометрического усилителя ПТУ-5. Прибор состоит из трех стандартных узлов. Блок-схема одного узла изображена на рис. 22. Узел состоит из двух одинаковых каналов усиления и общего для них усилителя мощности сигнала несущей частоты *6*. Ко входу каждого усилителя подключен измерительный мост *1*, одно из плеч которого представляет собой измерительный тензодатчик, а противоположное плечо — компенсационный тензодатчик. В схеме можно использовать и четыре тензодатчика. Мост питается переменным напряжением частотой 3 500 *гц*. Сигнал разбаланса моста с измерительного каскада поступает на входное устройство *2*, представляющее собой фильтр для защиты от наводок промышленной частоты, а с него — на усилитель *3*. С выхода усилителя сигнал поступает на вход фазового демодулятора *4*. Фазовый демодулятор служит для определения фазы сигнала, зависящей от вида деформации (сжатие или растяжение), и представляет собой фазочувствительный выпрямитель. С фазового демодулятора сигнал

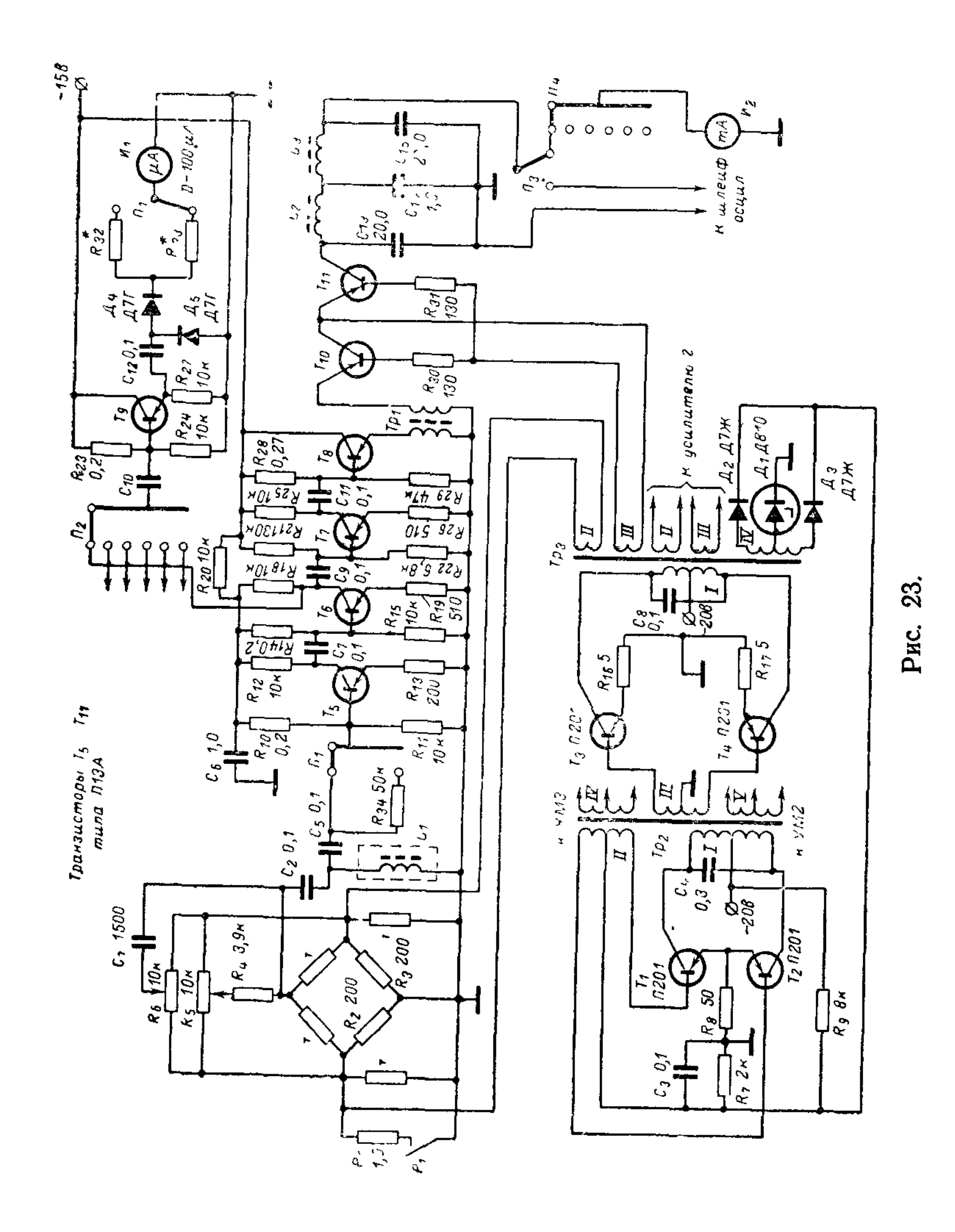


Рис. 23.

проходит на выходное устройство *5*, предназначенное для подавления сигнала несущей частоты и выделения сигнала модуляции, т. е. частоты деформации. С выходного устройства сигнал поступает на вход соответствующего канала шлейфового осциллографа *8*.

Помимо трех измерительных узлов, блок-схему одного из которых мы рассмотрели, в схеме установки предусмотрены общие для всей конструкции блоки: задающий генератор *7*, блок питания и измерительное устройство для начальной балансировки мостов *9*. Кроме этого, в схеме имеется устройство для автоматической тарировки чувствительности. Схема прибора выполнена на транзисторах. Питается прибор от сети через выпрямитель и стабилизирующую приставку или от аккумулятора (батарей). Потребляемая мощность — 8 *вт*. Чувствительность прибора при двух активных тензометрах — до 25 *мка/кг/см²*.

Упрощенная принципиальная схема установки изображена на рис. 23. Задающий генератор выполнен по двухтактной схеме на транзисторах T_1 и T_2. С третьей обмотки трансформатора $Тр_2$ сигнал поступает на базы транзисторов T_3 и T_4 усилителя мощности. С четвертой и пятой обмоток трансформатора $Тр_1$ сигналы поступают на базы транзисторов усилителей мощности второго и третьего узлов прибора. Эти узлы для упрощения схемы на рисунке не показаны. Усилитель мощности выполнен на транзисторах T_3 и T_4 по двухтактной схеме. Со второй обмотки трансформатора $Тр_3$ сигнал поступает в диагональ измерительного моста. С противоположной диагонали сигнал разбаланса через фильтр, выполненный на емкостях C_2, C_5 и индуктивности L_1, и делитель напряжения, выполненный на резисторе R_{34} и переключателе $П_1$, поступает на вход усилителя. Усилитель выполнен по схеме *RC* на транзисторах T_5—T_8. С выхода усилителя сигнал поступает на вход фазового демодулятора, собранного на транзисторах T_{10} и T_{11}. Напряжение сигнала разбаланса сравнивается по фазе с напряжением, снимаемым с третьей обмотки трансформатора $Тр_3$. Разностный сигнал с демодулятора через фильтр-индуктивности L_2, L_3 и емкости C_{13}, C_{14}, C_{15} подается на регистрирующий блок. Регистрирующий блок состоит из стрелочного индикатора $И_2$ и цепей коммутации, выполненных на переключателях $П_3$ и $П_4$. С помощью переключателя $П_3$ выходной сигнал подается либо на стрелочный индикатор (через переключатель $П_4$), либо на соответствующие клеммы шлейфового осциллографа. В схеме прибора предусмотрено вспомогательное устройство, служащее для начальной балансировки измерительного моста. Это устройство состоит из переключателя $П_2$, осуществляющего подключение к его входу соответствующего канала измерения, эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе T_9, и чувствительного стрелочного индикатора $И_1$ (микроамперметр на 100 *мка*). Индикатор $И_2$ представляет собой миллиамперметр на 5 *ма* с нулем посредине шкалы. Рассмотренная схема тензометрического усилителя достаточно проста и в то же время универсальна. В качестве тензометров могут использоваться проволочные тензометры сопротивления на 150—200 *ом*.

Тахометры

При наладке агрегатов и узлов с вращающимися деталями часто требуется контролировать число оборотов этих деталей и узлов. Например, такую работу необходимо проводить при настройке станков (токарных, шлифовальных и др.), при наладке

турбин, контроле числа оборотов двигателей, при контроле числа оборотов электрических генераторов и т. д. Промышленностью выпускаются как чувствительные и точные фотооптические тахометры, так и грубые — механические. Фотооптические тахометры сложны в эксплуатации и дороги. Механические просты, но предельное число оборотов, которое с их помощью можно измерять, не превышает 30 000. Естественно, что радиолюбители, сталкивающиеся с наладкой станков и агрегатов с вращающимися деталями, поставили перед собой задачу создания простого электронного тахометра,

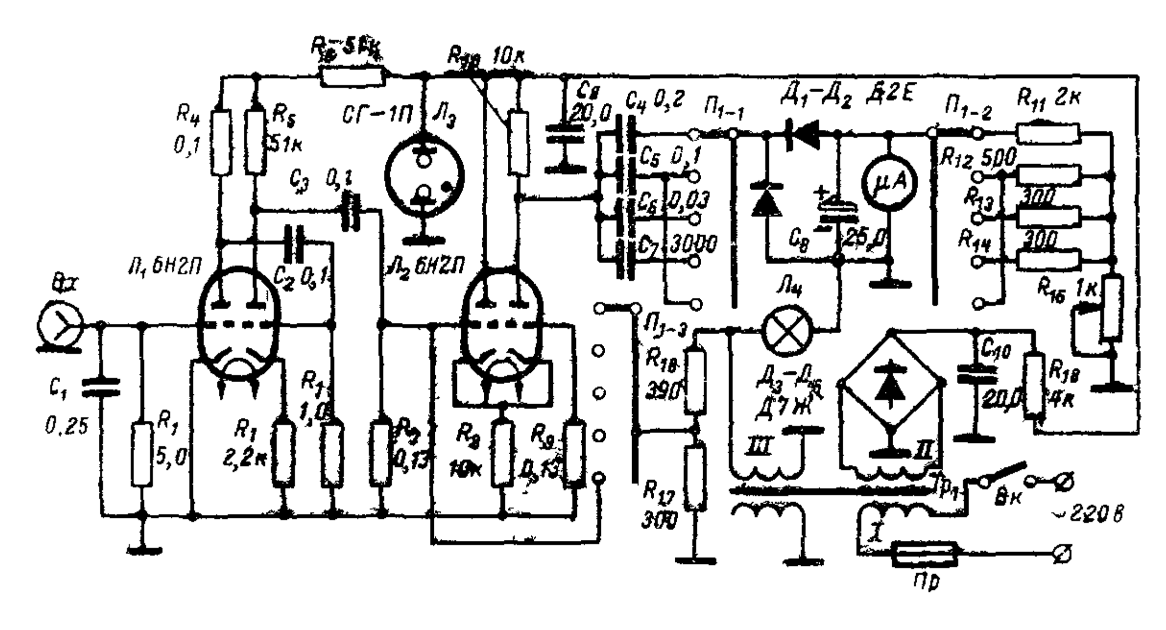


Рис. 24.

позволяющего с необходимой точностью определять число оборотов вращающихся объектов. На рис. 24 изображена схема электронного тахометра, разработанная радиолюбителями Э. В. Громовым и В. Г. Герасимовым. Этот прибор позволяет с довольно высокой степенью точности осуществлять контроль числа оборотов различных вращающихся объектов в довольно широких пределах (до 100 000 оборотов при точности ±0,3%). Принцип измерения заключается в следующем. На вращающемся объекте укрепляется специальный диск с прорезями — обтюратор. Напротив обтюратора устанавливается индуктивный датчик. При вращении лопастей обтюратора около рабочей поверхности индуктивного датчика в последнем будет возникать э. д. с., частота которой будет пропорциональна числу оборотов вращающейся детали. Переменная э. д. с. с датчика будет поступать на вход электронного частотомера, выполненного на двух лампах типа 6Н2П. На первой лампе собран двухкаскадный усилитель, для стабильности охваченный обратной связью по току. На второй лампе собран двусторонний ограничитель сигнала. С выхода ограничителя сигнал в виде импульсов, близких по форме к прямоугольным, подается через дифференцирующие цепочки C_4—C_7, R_{11}—R_{14}, R_{15} на измерительный прибор, средний ток которого пропорционален регистрируемому числу оборотов. В схеме прибора предусмотрена калибровка. Для этого в одном из положений переключателя $П_{1-3}$ напряжение с третьей

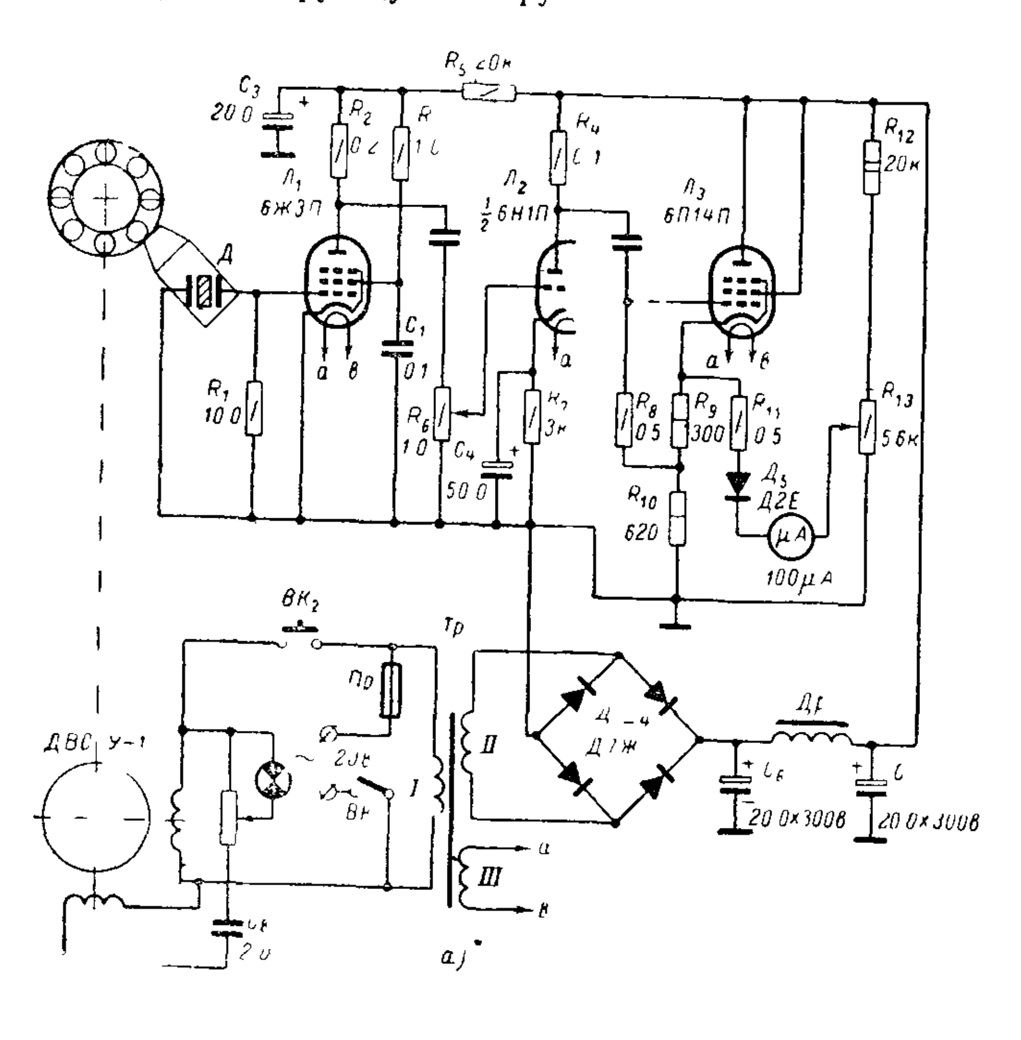
обмотки силового трансформатора подается на двусторонний ограничитель.

В приведенной схеме тахометра использован непрерывный способ счета импульсов. Но если применить вместо аналоговой дискретную схему счета, то точность и пределы измерения можно значительно увеличить. При дискретной схеме счета можно оставить от данного прибора усилительную и ограничивающую часть, а вместо стрелочного индикатора применить пересчетное устройство. О том, как устроено пересчетное устройство, а также о любительских конструкциях пересчетных установок подробно будет рассказано в одной из последующих глав. Здесь же только отметим, что применение пересчетных устройств в схемах измерителей числа оборотов и частотомеров позволяет широко использовать для их создания и конструирования транзисторы. При этом точность измерений значительно повышается.

Измерители качества подшипников

В машиностроении, в приборостроительной промышленности, в авиастроении и во многих других областях применяют множество самых разнообразных подшипников. Одним из важных качеств подшипников является плавность хода, которая зависит в основном от качества изготовления наружного и внутреннего колец, от качества изготовления роликов, игл, шариков. Как правило, нарушения плавности хода определяются по вибрации подшипников, по характерному звуку, издаваемому подшипником при вращении. Вибрация возникает из-за плохой обработки внутренней поверхности колец. Для проведения контроля качества обработки внутренней поверхности колец шарикоподшипников радиолюбители Б. Е. Болотов и В. Д. Колесников разработали установку ИВШ-2 и 3. Схема установки ИВШ-2 изображена на рис. 25,*а*. Она представляет собой трехкаскадный усилитель с пьезодатчиком на входе. Конструкция датчика показана на рис. 25,*б*. Установка работает следующим образом. На ось *2* синхронного двигателя типа ДВС-1 надет подшипник *1*. К наружному кольцу подшипника усилием 5 *кГ* прижимается щуп *3* пьезодатчика *4*. Необходимое усилие прижима создается пружиной *5*. При возникновении вибрации в подшипнике на пьезодатчик действует переменное усилие, которое приводит к тому, что на входе датчика возникает переменное напряжение, которое поступает на усилитель, выпрямляется диодом $Д_5$ и регистрируется стрелочным индикатором. Отклонение стрелки индикатора при этом будет пропорционально средней амплитуде регистрируемого напряжения. В более поздней конструкции ИВШ-3 авторы расширили возможности применения прибора, приспособив его для проверки нескольких типов подшипников и введя частотно-зависимые фильтры в схему прибора, что дало возможность ориентировочно судить о частотном спектре шумов. Недостатком разработанной конструкции является то, что авторы применили для приведения во вращение внутренней обоймы подшипников электродвигатель. Применение электродвигателя сильно снижает качество проверки подшипников, так как в показаниях прибора отразятся, кроме дефектов подшипников, дефекты электродвигателя. Более правильным было бы использовать для вращения внутренней обоймы шарикоподшипника специальный вал с маховиком, как это делается, например, в магнитофонах. Еще более целесообразным было бы применить для вращения наружной обоймы подшипника вращающееся магнитное поле, как это сделали

в своей конструкции радиолюбители Г. А Безобразов и Ю В Григорьев Для создания вращающегося магнитного поля они использовали обмотку статора от электродвигателя, а подшипник надевали на неподвижно закрепленную цангу Уровень шума они измеряли с помощью пьезоэлектрического микрофона, сигнал с выхода которого усиливался, выпрямлялся и регистрировался стрелочным индикатором Этот метод дает более точные результаты, так как при этом все регистрируемые шумы связаны только с шумами проверяемого подшипника Естественно, что для того, чтобы избежать влияния внешних шумов, проверяемый подшипник лучше всего помещать в звукоизолирующую камеру



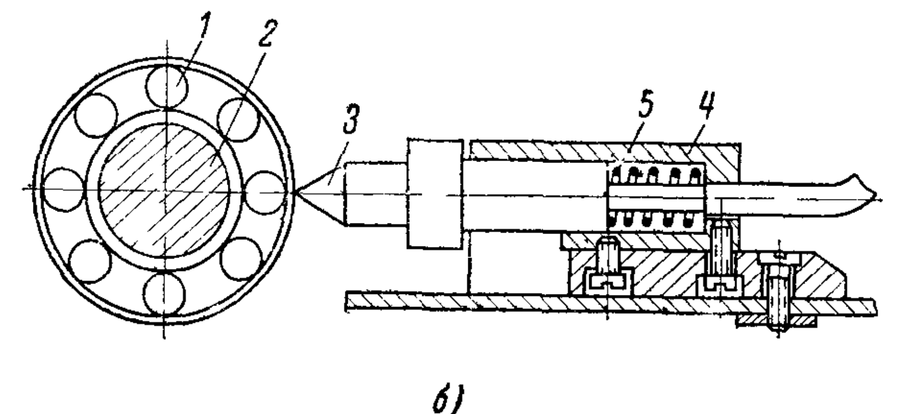


Рис 25.

Технические требования к радиолюбительским конструкциям

Приведенные в этой главе примеры иллюстрируют наиболее распространенные направления творческой деятельности радиолюбителей, а также показывают, что одни и те же принципы измерения могут быть использованы в самых различных областях науки и техники. При рассмотрении схем приборов основное внимание было уделено принципу их действия и возможностям применения

При разработке приборов и установок для использования в народном хозяйстве надо четко представлять себе их назначение, область применения, условия эксплуатации, технологию изготовления и допустимые размеры При составлении блок схемы прибора в первую очередь необходимо выяснить, нет ли готовых приборов, которые после небольшой переделки можно было бы приспособить для необходимых измерений Если готовых приборов нет, то при создании новых схем желательно использовать в них по возможности унифицированные или достаточно отработанные схемные узлы и элементы. При выборе радиодеталей следует учитывать ряд специфических требований, предъявляемых к ним в зависимости от условий эксплуатации. При этом радиолампы, транзисторы, полупроводниковые диоды, резисторы и конденсаторы желательно использовать в заниженных по сравнению с допустимыми режимах (по мощности, напряжению и току).

Основные факторы, связанные с условиями эксплуатации аппаратуры и определяющие ее конструктивные особенности, следующие. температура, влажность, плотность и загрязненность воздуха пылью, газами, микроорганизмами, вибростойкость и ударопрочность. Нормальным температурным режимом считается такой, когда температура окружающего воздуха не ниже +15 и не выше 35° С, а температура внутри прибора за счет тепловыделения не превышает 50° С. Увеличение температуры выше указанных пределов приводит к изменению сопротивления схемных элементов (особенно полупроводников), ускорению коррозионных процессов, уменьшению электрической прочности изоляционных материалов, вследствие чего возрастают различные утечки в схеме и появляется вероятность возникновения электрического пробоя изоляционных прокладок и конденсаторов.

Нормальной влажностью считается относительная влажность воздуха в пределах 40—60% при давлении воздуха 700—760 *мм рт ст* Если влажность окружающего воздуха повышена, а температура внутри установки ниже температуры окружающего воздуха (например, при хранении), на деталях прибора может выступить влага При этом резко упадет сопротивление изоляции проводов и отдельных радиодеталей, что может привести к нарушению режима работы прибора При большой влажности воздуха и одновременном повышении температуры возрастает скорость коррозионных процессов Поэтому приборы, работающие в условиях повышенной влажности, должны быть герметизированы Полное или частичное герметичное исполнение должны иметь приборы, работающие в условиях загрязнения воздуха пылью или газами В этом случае, помимо герметизации, должны быть применены специальные конструкции токоведущих разъемов Наличие в воздухе микроорганизмов может привести к образованию плесени на радиодеталях схемы и порче изоляционных оболочек проводов из органических материалов

Аппаратура, предназначенная для работы на автомобилях, кораблях, на движущихся частях промышленных установок, должна иметь вибростойкое и ударопрочное исполнение В условиях вибра-

ции и ударов в отдельных узлах приборов возникают перегрузки, которые могут привести к смещению электродов ламп относительно их нормального положения, микрофонному эффекту ламп, к обрыву в электрических цепях и к другим последствиям. Поэтому при конструировании таких приборов приходится принимать особые меры для повышения механической прочности всех соединений схемы и элементов монтажа. Лампы прибора устанавливают на амортизаторах. Сами приборы для снижения ускорений, возникающих при ударах и вибрациях, подвешивают на амортизационных пружинах или на специальных демпферах.

Таковы основные соображения, которые желательно учитывать при конструировании различных электронных установок для использования в народном хозяйстве. Более конкретные сведения по конструктивному выполнению конкретных приборов и их эстетическому оформлению будут изложены далее в соответствующих разделах.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И СХЕМЫ ИХ ВКЛЮЧЕНИЯ

Преобразователи делятся на параметрические и генераторные. Первые — преобразователи неэлектрических величин в изменения параметров сопротивлений, емкостей, индуктивностей и взаимоиндуктивностей, вторые — преобразователи неэлектрических величин в э. д. с. (термопары, пьезоэлементы, индукционные и электрохимические преобразователи).

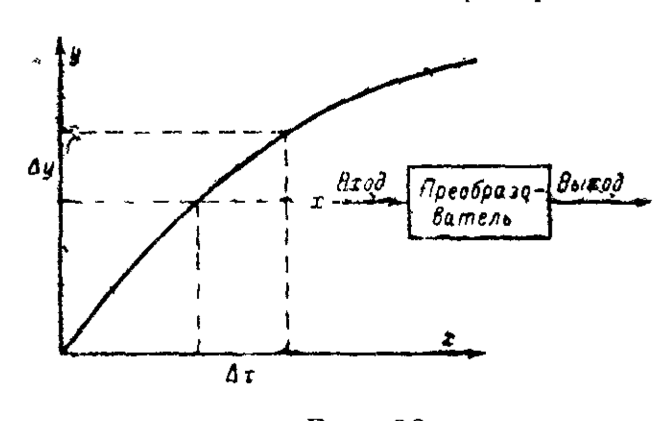


Рис. 26.

Общие требования, предъявляемые к преобразователям, следующие: они должны обладать чувствительностью к преобразуемой величине, осуществлять непрерывное преобразование входной величины в электрические сигналы и сохранять постоянство своих характеристик во времени независимо от влияния внешних факторов (температура, влажность и др.). Кроме того, обратное воздействие преобразователя на исследуемый процесс должно быть минимальным. При проектировании систем измерения и регулирования неэлектрических величин необходимо знать статические и динамические характеристики преобразователей. Статическая характеристика — зависимость выходной величины y от входной x при медленных изменениях последней. На рис. 26 изображена в общем виде статическая характеристика преобразователя. Чувствительность определяется соотношением

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

где k — чувствительность преобразователя. Динамическая характеристика — зависимость выходной величины от входной при быстрых изменениях последней.

Рассмотрим наиболее распространенные типы преобразователей и схемы их включения.

Терморезисторы — резисторы, сопротивления которых изменяются в зависимости от их теплообмена с окружающей средой. На интенсивность теплообмена оказывают влияние геометрические размеры, форма, материал и характер армировки преобразователя, состав, плотность, теплопроводность, скорость перемещения, температура и агрегатное состояние исследуемой среды. Источником тепла при этом является ток, пропускаемый через терморезистор. Большое число факторов, оказывающих влияние на теплообмен, делает практически неограниченной область применения терморезисторов. Измерение температуры, анализ состава газовых и жидких сред, измерение вакуума, концентрации, скорости потока — вот далеко не полный перечень применения терморезисторов. Различают два основных типа терморезисторов: полупроводниковые и проволочные. Независимо от типа терморезистор должен иметь большой и постоянный температурный коэффициент, высокое удельное сопротивление, обладать устойчивостью физических и химических свойств при высоких температурах.

В качестве основных материалов для изготовления проволочных терморезисторов, как правило, используют чистые металлы (платину, медь, никель, вольфрам). Наиболее химически стойким материалом является платина, однако она имеет низкое удельное сопротивление и большой коэффициент температурного расширения при значительной остаточной деформации. Это препятствует использованию платины в режимах работы, когда важно получить большую чувствительность. Кроме того, технология изготовления платиновых термометров усложнена тем, что для получения высокой чувствительности приходится использовать довольно тонкую платиновую проволоку диаметром 0,02 *мм*. В табл. 2 приведены данные по основным материалам, которые используются для изготовления проволочных сопротивлений и тензометров (о тензометрах будет рассказано далее).

Таблица 2

Материал	Удельное сопротивление при 20° С, *ом·мм/град*	Температурный коэффициент $\frac{\Delta R}{R}$/*град*·10^{-3}	Температура плавления, °С	Тензочувствительность γ	Плотность ρ, *г/см³*	Химический состав, %
Алюминий	0,028	4,0—4,9	660	—	2,7	
Бронза фосфористая . . .	0,115	4,0	900	—	8,8	87—90 Cu, 8—12 Sn, 0,5—1,0 P
Вольфрам . .	0,055	5,0	3 370	—	19,3	
Золото	0,024	3,7	1 060	—	19,3	
Константан . .	0,47—0,51	—0,04—+0,02	1 600	1,9—2,2	8,9	60 Cu, 40 Ni
Латунь	0,03—0,06	2,0	900	—	8,5	70—80 Cu, 20—30 Zn
Манганин . .	0,42—0,50	—0,03—+0,04	1 200	0,4—0,5	8,4	81 Cu, 12 Mn, 2—4 Ni
Медь	0,0175	4,0	1 080	—	8,9	
Никель	0,070	6,0	1 450	—	8,8	
Нихром	1,0—1,1	0,15—0,17	1 400	2,1—2,3	8,2	80 Ni, 20 Cr
Платина . . .	0,09—0,11	2,57—3,98	1 770	4,1—6,1	21,4	
Серебро . . .	0,016	3,6—3,8	960	—	10,5	Cr
Хромель . . .	0,7—1,1	0,11—0,54	1 500	2,5	7,1	65 Ni, 10 Cr 25 Fe

Платиновые резисторы работают в интервале температур от —183 до +660° С. Их изготавливают из проволоки диаметром 0,02 *мм*, которую наматывают на стеклянный или фарфоровый стержень, а снаружи оплавляют тонким слоем стекла. Таким способом удается получать платиновые резисторы сопротивлением 100—120 *ом* и размерами: диаметром 2—3 *мм*, длиной 10—15 *мм*. Стеклянная армировка повышает инерционность резистора и снижает его температурный коэффициент. Более подходящим материалом для изготовления чувствительных проволочных терморезисторов является вольфрам. До недавнего времени широкому использованию вольфрамовых терморезисторов мешала их значительная химическая активность при высоких температурах. Сейчас разработана технология получения золоченой вольфрамовой проволоки, химически стойкой в широком интервале температур. Вольфрам обладает упругостью и малым коэффициентом объемного и линейного расширения. Поэтому вольфрамовые резисторы можно изготавливать в виде спиралей, без дополнительной армировки стеклом и другими защитными покрытиями. Обладая малой инерционностью и большой поверхностью, а следовательно высокой чувствительностью, вольфрамовые резисторы широко используются в качестве чувствительных элементов детекторов газоанализаторов и хромогографов.

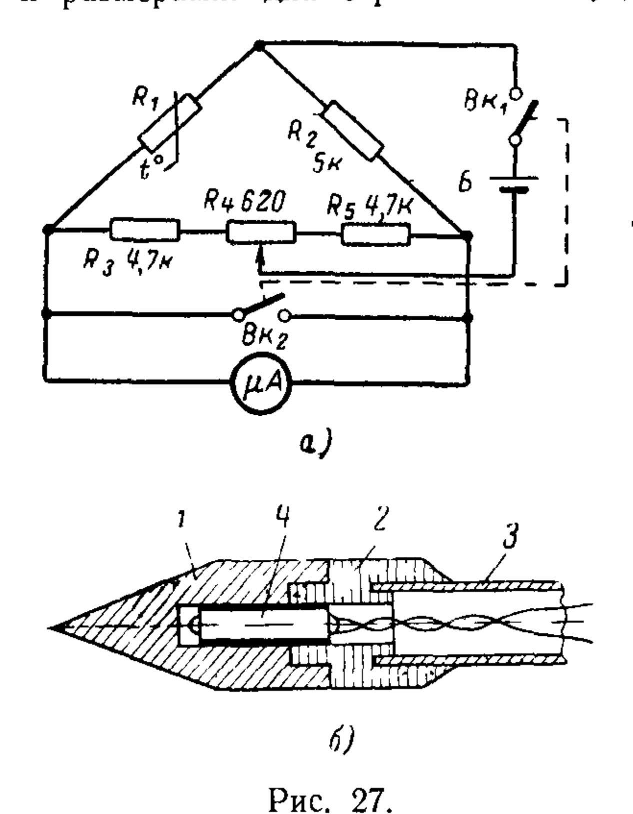


Рис. 27.

Проволочные резисторы имеют высокую стабильность параметров во времени. Выпускаемые промышленностью платиновые терморезисторы (ТСП) и медные терморезисторы (ТСМ) в металлических защитных кожухах имеют близкие к линейным градуировочные кривые, постоянные для каждого типа с соответствующим номером градуировки по ГОСТ. Они полностью взаимозаменяемы и предназначены для работы в стандартных промышленных установках.

Полупроводниковые терморезисторы типа ММТ и КМТ имеют отрицательный температурный коэффициент, равный 3—6% на 1° С и в десятки раз превышающий температурный коэффициент проволочных терморезисторов. Они отличаются малыми размерами, высокими значениями сопротивлений (до 3 000 *ком*), работают в интервале температур от —70 до +180° С. Их недостатками являются нестабильность характеристик во времени, отсутствие взаимозаменяемости, так как разброс их номиналов достигает 20%, и изменение характеристик в процессе эксплуатации. Для повышения стабильности терморезисторы перед установкой в схемы предварительно тренируют. В качестве термодатчиков можно применять полупроводниковые диоды и транзисторы, у которых сопротивления переходов зависят от температуры.

На рис. 27,*а* показана распространенная схема включения терморезистора (мост постоянного тока), используемая в приборе радиолюбителей Н. И. Лобацевича и В. И. Колота для измерения температуры внутри массы силоса или сена. В качестве датчика температуры в ней используется полупроводниковый резистор R_1. На рис. 27,б показана конструкция головки щупа прибора с вмонтированным терморезистором. Головка состоит из наконечника *1*, изготовленного из хорошо проводящего тепло материала, теплоизоляционной втулки *2* и металлической трубки *3*, используемой в качестве жесткого удлинителя. Внутри наконечника размещен терморезистор *4*.

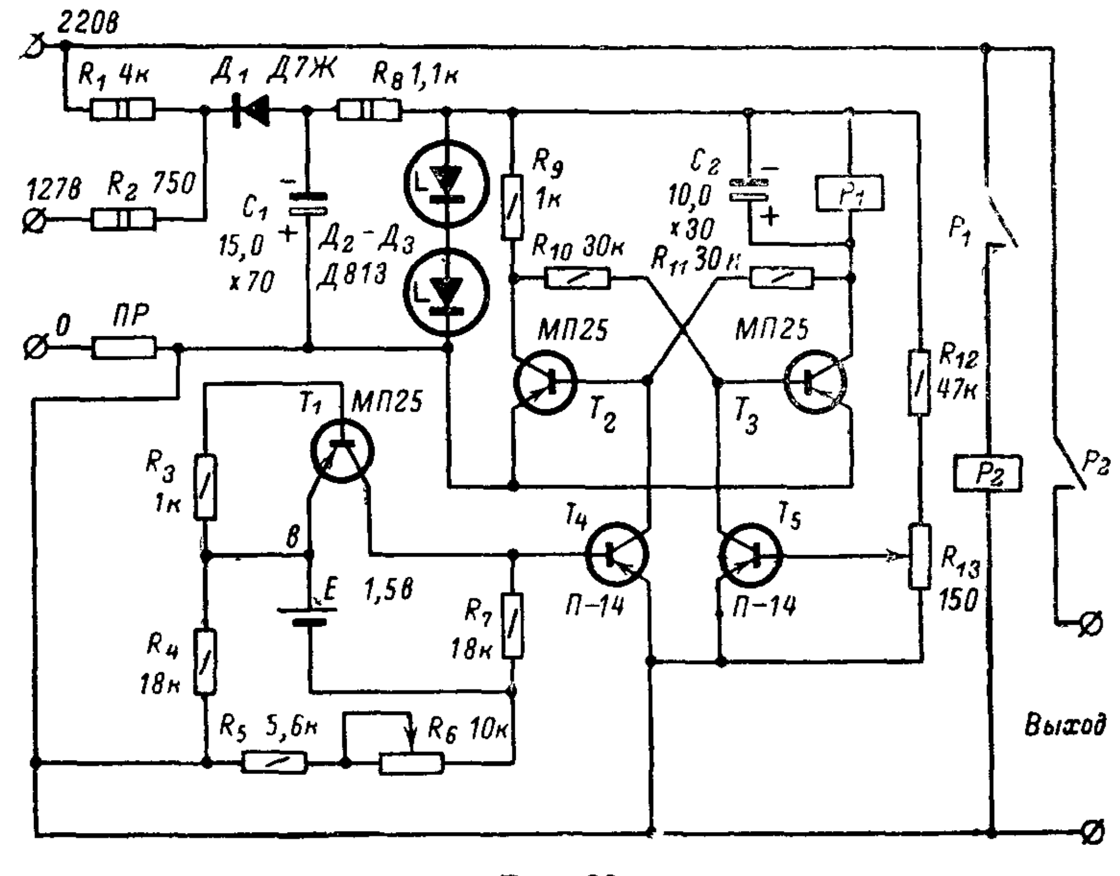


Рис. 28.

На рис. 28 показана схема терморегулятора радиолюбителя А. Манзюка. В ней в качестве датчика использован обыкновенный транзистор. Чувствительным элементом терморегулятора является уравновешенный мост, в одно из плеч которого включен транзистор T_1 (датчик) по схеме с общим эмиттером. Питание моста осуществляется от батареи *E* напряжением 1,5 *в*. С измерительной диагонали сигнал разбаланса подается через усилитель (транзистор T_4) на вход пускового устройства Пусковое устройство выполнено по схеме триггера на транзисторах T_2 и T_3. Нагрузкой одного из плеч триггера служит электромагнитное реле типа РКН или РЭС (реле P_1), контакты которого включают или выключают силовое реле P_2. Контактная группа реле P_2 коммутирует питание нагревательных приборов. Терморегулятор реагирует на изменение температуры в пределах 0,3° С. Его инерционность зависит от типа нагревательного элемента и не превышает 5 *сек*.

По такому же принципу могут быть построены терморегуляторы на терморезисторах любого типа, но инерционность их будет несколько большей.

Проволочные тензорезисторы предназначены для измерения различных деформаций и механических напряжений в конструкциях и материалах. Их принцип работы основан на изменении электрического сопротивления проволоки под действием упругих деформаций сжатия и растяжения

Тензорезисторы представляют собой тонкую проволоку или фольгу диаметром или толщиной 0,02—0,05 *мм*, уложенную петлями и приклеенную к тонкой полоске бумаги. Бумага приклеивается к поверхности испытуемого материала так, чтобы направление ожидаемой деформации совпало с длинной стороной петель проволоки или полос фольги. Под действием воспринимаемых деформаций длина и диаметр проволоки, а соответственно и ее сопротивление изменяются. Между относительным удлинением проволоки $\Delta l/l$ и относительным приращением ее омического сопротивления $\Delta R/R$ существует известная зависимость:

$$k\frac{\Delta l}{l}=\frac{\Delta R}{R},$$

где k — коэффициент тензочувствительности преобразователя.

Значение коэффициента, определяющего тензочувствительность проводов разных типов, приведено в табл. 2. Проволоку или фольгу приклеивают к бумаге так же, как и весь преобразователь, к исследуемой детали специальными клеями, наиболее распространенными из которых являются БФ-2, БФ-4, Р-88 (ЦАГИ), карбинольный и др.

На результаты измерения деформаций с тензометрами сопротивления могут оказать искажающее влияние изменение сопротивления тензорезистора за счет неравенства коэффициентов температурного расширения материала проволоки, клея и исследуемой среды, а также паразитная термо-э. д. с, образующаяся в местах спая концов обмотки тензометра с подводящими проводами. Влияние этих факторов можно ослабить соответствующей подборкой материалов и включением тензодатчиков по дифференциальной компенсационной схеме.

Наименьшая погрешность измерения деформаций с помощью тензорезисторов составляет 1—2%. Этого вполне достаточно для большинства практических целей. Применяя специальную обработку проволоки и измерительные схемы повышенной чувствительности, можно несколько повысить точность.

Тензорезисторы широко используют для измерения перемещений, вибраций, ускорений, деформаций, давлений, распределения нагрузок по элементам конструкций. Практически область их применения трудно ограничить — от испытания металлических конструкций, как неподвижных (мосты, опоры, кронштейны, балки), так и находящихся в движении (автомобили, тракторы, подъемные механизмы), до испытания разного рода покрытий (дорожных, аэродромных и др.). Для повышения чувствительности тензометрических измерений тензорезисторы наклеивают на специальные консольные балочки, изгибающие усилия на которые передаются от измеряемых объектов через систему жестких рычагов. Консольные балочки выполняют обычно в виде упругих стальных пластин, одним концом заделанных в опору Усилия через жесткие рычаги передаются на свободный конец, а тензорезисторы укрепляют с двух сторон, ближе к месту заделки. Использование двух тензорезисторов позволяет в 2 раза повысить чувствительность измерений. В том случае, когда тензорезистор используется в виброметрах либо для измерения ускорений, на свободный конец балочки помещается инерционная масса. Тензорезисторы и в этом случае приклеивают с обеих сторон рядом с местом заделки консольной балки

Консольную балку иногда заделывают двумя концами в опоры. В этом случае тензорезисторы наклеивают в середине балки. При любой форме консольной балки тензорезисторы размещают в месте максимальных ожидаемых деформаций. При величине прогибов балки, не превышающих 0,15 от общей ее длины, с помощью тензорезисторов удается осуществлять линейное преобразование измеряемых величин.

Наиболее распространенной схемой включения тензорезисторов, так же как и терморезисторов, является мостовая. Однако в отличие от схем включения терморезисторов тензорезисторы обычно включают во все четыре плеча моста. В этом случае удается обеспечить максимальную чувствительность измерений и полную температурную компенсацию, что особенно важно, так как сопротивление тензорезисторов резко зависит от изменения температуры. Если же и измерительные, и компенсационные плечи моста составлены из одинаковых по конструкции и сопротивлению тензорезисторов, изменения температуры практически не сказываются на результатах измерения. Тензометрические мосты питаются от источников переменного тока, так как для обеспечения необходимой чувствительности сигнал разбаланса, поступающий с измерительной диагонали моста, приходится усиливать, что наиболее просто достигается при использовании схем на переменном токе. Кроме того, применение схем избирательных усилителей позволяет легко избавиться от наводок и помех. При выборе частоты питающего мост напряжения руководствуются эмпирическим правилом: частота питающего мост напряжения должна быть в 10 и более раз выше частоты изменения ожидаемых деформаций во времени.

Практическая конструкция датчика для измерения переменного давления изображена на рис. 29,*а*. На рис. 29,*б* показана электрическая схема соединений тензометров сопротивления. Датчик устроен следующим образом Чувствительным элементом, воспринимающим давление, служит вставка *3* с упругим тонкостенным цилиндром *12*. Деформация ε на поверхности цилиндра может быть найдена по формуле

$$\varepsilon=\frac{PR}{EH},$$

где P — давление, R — радиус цилиндра, E — модуль упругости, H — толщина стенок.

Цилиндрический датчик давления довольно грубый и используется обычно для измерения больших быстроизменяющихся давлений, например при испытании двигателей внутреннего сгорания.

К стенкам цилиндрического чувствительного элемента *12* приклеены рабочие тензорезисторы *10*. На глухую массивную часть вставки *3* наклеены термокомпенсационные тензорезисторы *9*. Вставка *3* зажимается в корпусе датчика опорной гайкой *2* через прокладку *8*. Прокладка *7* обеспечивает необходимую герметизацию внутренней полости датчика В изоляционную втулку *11* запрессованы выводные контакты *5* и *6*. По полости, ограниченной с одной

стороны цилиндрической оболочкой *13*, а с другой внутренней поверхностью корпуса *1*, протекает охлаждающая жидкость, поступающая через штуцеры *4*.

Электрическая схема тензометрической установки изображена на рис. 30. Тензометрический датчик подсоединяется к установке двухжильным экранированным кабелем. Генератор низкой частоты выполнен на правой половине лампы $Л_4$ Частота собственных колебаний генератора обычно выбирается в пределах 1—5 *кгц*. Это напряжение усиливается двухкаскадным усилителем, выполненным на лампах $Л_5$ и $Л_6$ с трансформаторным выходом Для стабилизации

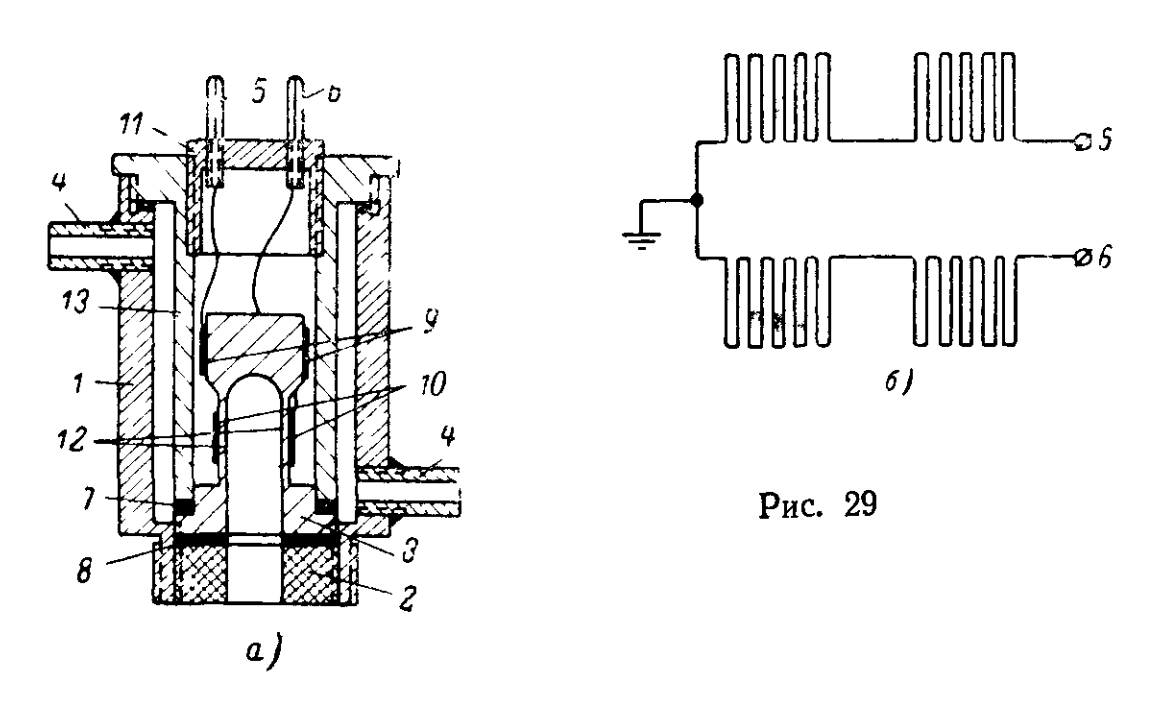


Рис. 29

выходного напряжения часть сигнала со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ выпрямляется левой половиной лампы $Л_4$ и через П-образный фильтр с большой постоянной времени подается на управляющую сетку лампы $Л_5$ При такой схеме автоматической стабилизации колебания питания не сказываются на амплитуде напряжения генератора, подаваемого на измерительный мост Измерительный мост состоит из сопротивлений R_1, R_2, R_3 и сопротивлений тензорезисторов датчика С помощью сопротивления R_2 производится начальная балансировка моста Сигнал разбаланса моста, снимаемый с сопротивления R_4, подается на сетку левой половины лампы $Л_1$ трехкаскадного усилителя С лампы $Л_1$ через двойной Т-образный фильтр, настроенный на частоту питающего мост напряжения, сигнал разбаланса поступает на следующие каскады и после усиления и выпрямления — на вход шлейфового осциллографа

Обычно тензометрический метод исследования применяют для контроля деформаций в нескольких точках Поэтому применяют многоканальные установки (до 12 каналов). При этом в установках используются идентичные усилители и один генератор для питания нескольких мостов Число каналов ограничивается либо условиями задачи, либо количеством действующих каналов шлейфовых осциллографов.

В емкостных преобразователях использована зависимость емкости конденсатора от расстояния между обкладками,

Рис. 30.

площади обкладок и диэлектрической проницаемости среды между ними. Эта зависимость выражается следующим соотношением

$$C = \varepsilon \frac{S}{\delta} = \varepsilon G,$$

где S — площадь пластин, δ — расстояние между пластинами, ε — диэлектрическая проницаемость, G — геометрическая проводимость зазора (определяется по формулам, приведенным в табл 3)

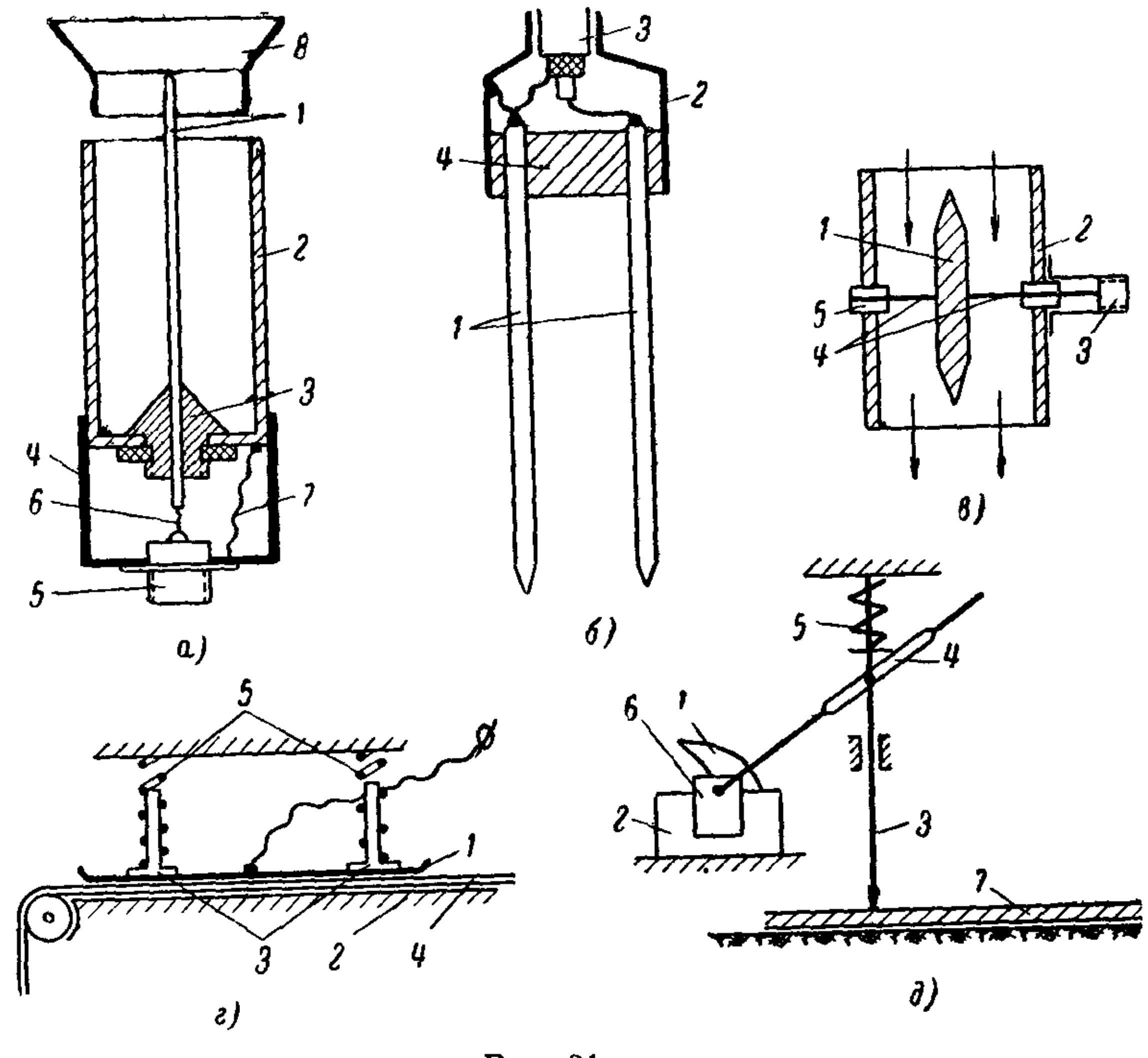


Рис 31

Измеряемая неэлектрическая величина может воздействовать на один или несколько параметров конденсатора S, δ, ε и изменять их. Это дает возможность измерять и контролировать с помощью емкостных преобразователей такие физико-химические параметры и механические величины, как влажность, однородность материала диэлектрика, концентрацию, давление, силу, перемещения, толщину, качество и равномерность покрытий и окраски.

На рис 31 изображены наиболее распространенные конструкции датчиков. На рис 31,*а* показана конструкция датчика для измерения влажности сыпучих материалов либо концентраций жидкостей. Датчик состоит из центрального электрода *1*, наружного электрода *2*, выполняющего одновременно роль экрана, втулки из изоляционного материала *3*, экрана *4*, высокочастотного разъема *5*, соединительных проводов *6* и *7*, соединяющих высокочастотный разъем

Таблица 3

Форма поверхности	Расчетные формулы
	$G = \frac{ab}{\delta}$
	$G = \frac{ab}{\delta}$
	$G = \frac{bR(\alpha_0 - \alpha)}{\delta}$
	$G = \frac{\pi b}{\ln \frac{l + \sqrt{l^2 - d^2}}{d}}$
	$G = \frac{2\pi b}{\ln \frac{R}{r}}$
	$G = \frac{\pi R^2}{\delta \sin^2 \alpha}$

Примечания. 1. b — размер, перпендикулярный плоскости чертежа.
2. $\delta \ll a\delta \ll b$.

с наружным и внутренним электродами датчика, и заливной воронки 8. При измерении влажности сыпучих продуктов последние засыпают в датчик через заливную воронку 8 с постоянной высоты. Такой способ засыпки связан с тем, что точность определения влажности в значительной степени зависит от уплотнения материала. А при засыпке продукта с определенной высоты получается наиболее равномерное заполнение рабочего объема датчика и хорошая сходимость результатов измерения.

Более простая конструкция датчика для измерения влажности сыпучих материалов непосредственно в массивах либо в мешках показана на рис. 31,*б*. Это два металлических штыря *1*, запрессованных в пластину из изоляционного материала *4*. Место подсоединения выводных контактов датчика закрыто защитным экраном *2*. Соединение с электрической частью схемы осуществляется высокочастотным кабелем *3*, концы которого подпаиваются непосредственно к электродам, а экранная оплетка подпаивается еще и к защитному экрану *2*. Такая конструкция датчика не обеспечивает высокой точности измерений, но вполне пригодна для качественной относительной оценки влажности испытуемых материалов. На точность измерений влияет электропроводность испытуемых материалов, поэтому желательно рабочие поверхности электродов покрыть защитным лаком или специальным покрытием. Из специальных покрытий наиболее подходящим является фторопластовое (тефлоновое). Это замечание относится ко всем конструкциям емкостных датчиков.

Конструкция датчика для измерения свойств материалов в потоке (сыпучие или жидкие материалы) показана на рис. 31,*в*. Датчик состоит из наружного электрода — цилиндра *2*, закрепленного через изоляционные втулки *5* в трубопроводах или ссыпных коллекторах, и внутреннего электрода *1*, укрепленного на растяжках *4*, пропущенных через изоляционные втулки *5*. Подсоединение датчика к электрической части схемы происходит с помощью высокочастотного разъема *3*.

Конструкция датчика для измерения влажности или толщины листовых материалов изображена на рис. 31,*г*. В этой конструкции одним электродом служит плита *2*, по поверхности которой протягивается испытуемый материал *4*, а другим электродом — планка *1*. Планка *1* прижимается к материалу *4* пружинами *5* через изоляционные втулки *3*.

В емкостных измерителях толщин, деформаций, в емкостных профилометрах и других сходных по принципу действия устройствах применяют датчики с использованием стандартных или специально изготовленных конденсаторов переменной емкости. Упрощенный вариант конструкции датчика емкостного толщиномера показан на рис. 31,*д*. Датчик состоит из штока *3*, воспринимающего изменения толщины контролируемой детали *7*. Шток прижимается к поверхности детали *7* пружиной *5*. Перемещения штока через кулисный механизм *4* преобразуются во вращательное движение оси редуктора *6*. Редуктор передает это вращение с определенным коэффициентом передачи на ротор *1* конденсатора *2*. Выбирая тот или иной коэффициент передачи редуктора, можно всегда обеспечить необходимую точность определения толщины материала.

Питание схем с емкостными преобразователями производят напряжением высокой частоты. Последнее связано с тем, что емкостные преобразователи имеют небольшую емкость, а следовательно, высокое реактивное сопротивление. Повышением частоты питающего напряжения это сопротивление можно значительно снизить. Так, например, при емкости преобразователя 100 *пф* реактивное сопротивление его при частоте питающего напряжения 50 *гц* будет около $3 \cdot 10^7$ *ом*, а на частоте 100 *кгц* — только 160 *ом*. Отсюда видно, что при работе на частоте 50 *гц* сопротивление изоляции должно быть не ниже 10^{10} *ом*, что обеспечить практически довольно трудно. Кроме того, для обеспечения необходимой чувствительности преобразователя при работе на низких частотах приходится значительно увеличивать амплитуду питающего напряжения, что нецелесообразно.

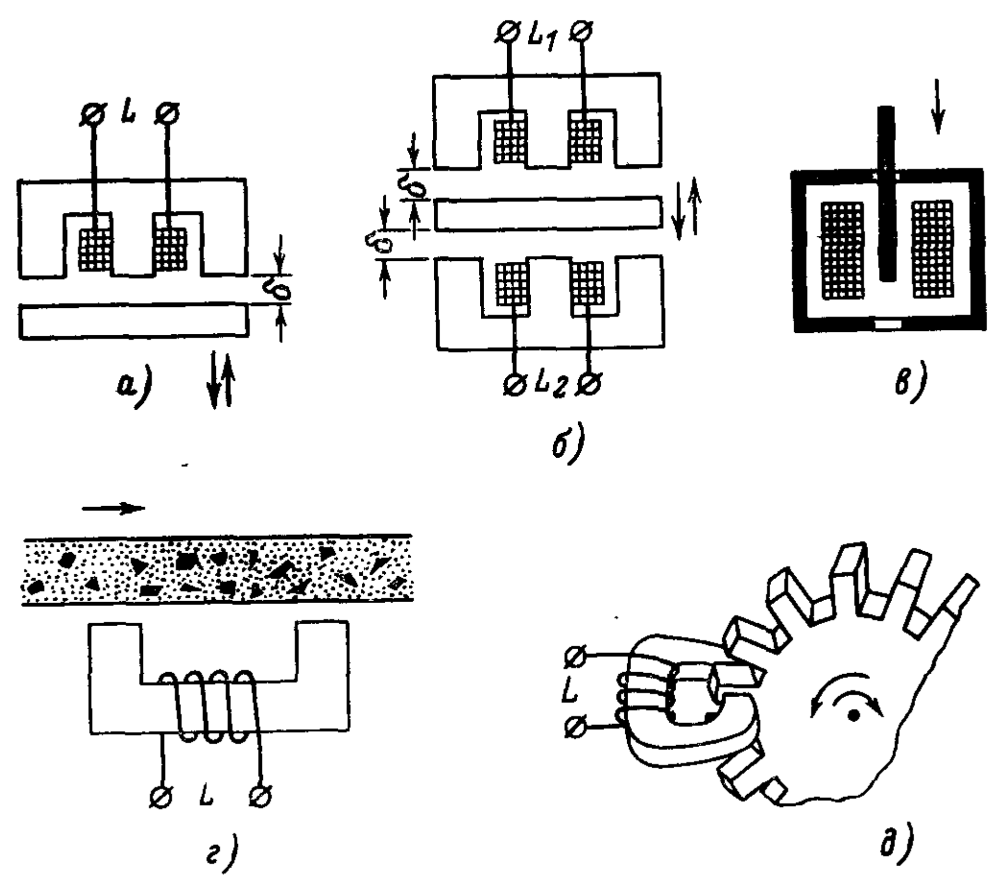


Рис. 32.

Погрешности емкостных преобразователей при правильном их конструировании (с учетом замечаний, высказанных выше) определяются изменением их геометрических размеров и диэлектрической проницаемости материала между обкладками при изменении температуры. Эти погрешности могут быть значительно снижены при использовании для изготовления электродов материалов с низким коэффициентом температурного расширения (инвар), а также при применении дифференциальных схем измерения. Особое внимание следует обращать на экранирование емкостных преобразователей от воздействия внешних паразитных электрических полей.

Индуктивные преобразователи делятся на две группы: низкочастотные и высокочастотные. Действие и тех и других основано на изменении индуктивного сопротивления катушки преобразователя под влиянием преобразуемой величины. Это сопротивление изменяется пропорционально изменению индуктивности датчика и частоты питающего датчик напряжения. В низкочастотных преоб-

разователях индуктивность определяется особенностями конструкции преобразователя типом и размерами сердечника, его магнитной проницаемостью, количеством витков и диаметром проволоки катушки, величиной зазора δ в замкнутой магнитной системе, положением сердечника в соленоидной катушке, концентрацией материала в наружной части магнитопровода и другими параметрами. В используемых индуктивных преобразователях переменными величинами, влияющими на суммарную индуктивность, обычно бывают величина зазора, положение катушки в сердечнике и концентрация магнитных материалов в наружной части магнитопровода

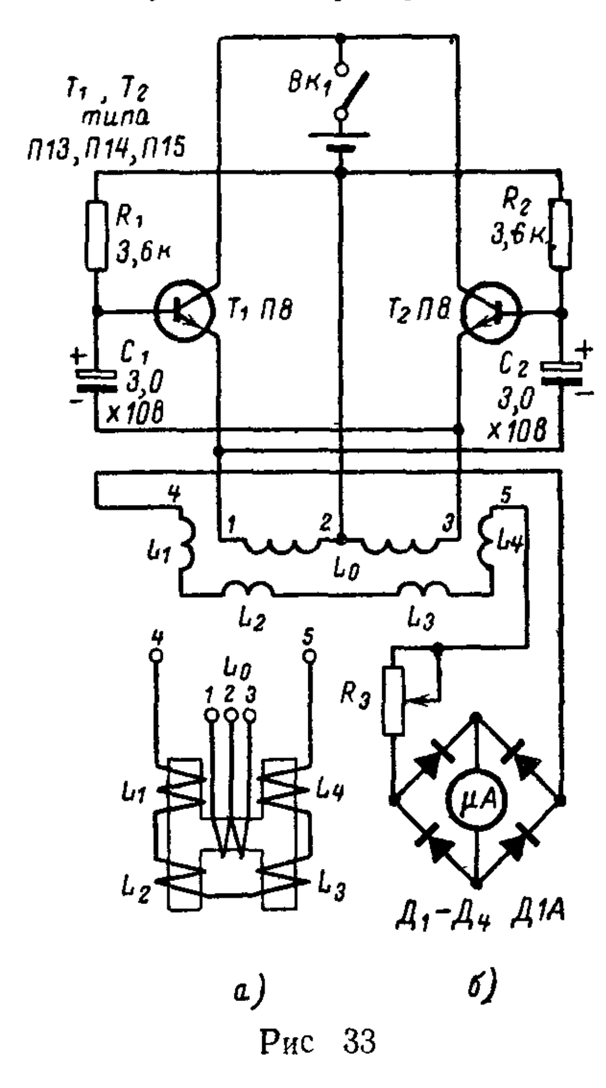


Рис 33

На рис. 32 представлено несколько схем индуктивных преобразователей. Преобразователи с переменным зазором (рис. 32,*а*, *б*) используются для измерения перемещений в пределах 0,01—5,0 *мм*. Преобразователь на рис. 32,*б* дифференциальный. Он обладает большей чувствительностью Для измерения перемещений от 3 до 100 *мм* используются преобразователи соленоидного типа (рис. 32,*в*), которые могут быть также простыми и дифференциальными. В преобразователе, изображенном на рис. 32,*г*, индуктивность изменяется при изменении однородности наружной части магнитопровода, в качестве которой может быть использована контролируемая пастообразная масса с вкрапленными в нее частицами магнитного материала (например, концентрат железной руды). В зависимости от изменения концентрации вкрапленных частиц будет изменяться и индуктивное сопротивление преобразователя. Для измерения угловых перемещений используется преобразователь, изображенный на рис 32,*д*

На рис. 33 схематично показаны конструкция и схема включения индуктивного датчика для контроля дисбаланса главного барабана чесальной машины (авторы Ю И Куроедов и В. Н. Рябичев). Датчик выполнен на Н-образном сердечнике, набранном из пластин трансформаторной стали. Расположение обмоток показано на рис. 33,*а*. Схема включения датчика (рис. 33,*б*) работает следующим образом. На обмотку L_0 подается напряжение с генератора, выполненного на транзисторах T_1 и T_2 по двухтактной схеме Измерительные обмотки намотаны на четырех полюсных наконечниках сердечника, как показано на рис 33,*а*, и соединены последовательно так, что при наличии тока в обмотке возбуждения сигнал на выходе

равен нулю Когда к одному из полюсов поднесен ферромагнитный материал, магнитные потоки внутри сердечника перераспределятся и на выходе появится сигнал разбаланса Величина этого сигнала фиксируется стрелочным индикатором. Разбаланс при прочих равных условиях и однородном ферромагнитном материале зависит от расстояния между полюсным наконечнком и испытуемым ферромагнетиком. Так, если датчик поднести к металлической пластине и один из полюсов будет ближе к пластине, а другой дальше, то на выходе прибора также появится сигнал разбаланса. Этот сигнал будет тем больше, чем больше будет разница в зазорах между полюсами и испытуемым материалом. При проведении практических измерений датчик устанавливается вдоль образующей параллельно оси главного барабана Чем ближе датчик будет установлен к поверхности барабана, тем чувствительней схема будет реагировать на

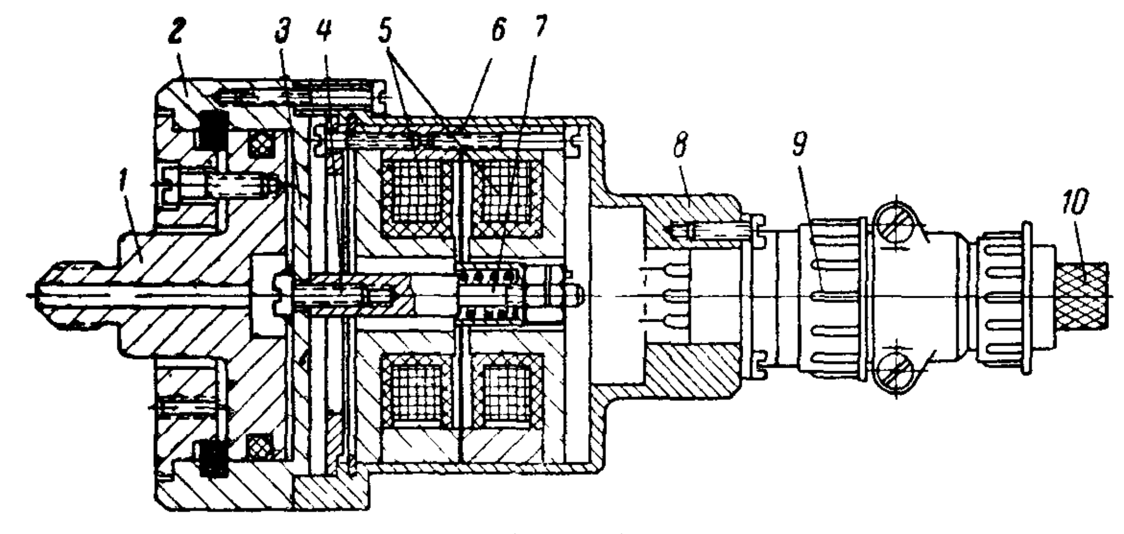


Рис. 34.

разбаланс. Данная конструкция датчика может найти разнообразное применение в промышленности контроль качества готовой продукции, контроль толщины листов проката, контроль содержания ферромагнитных компонентов в рудном концентрате и ряд других сходных операций. При исследовании быстропеременных процессов в качестве индикатора используют электронный осциллограф. Авторы рассмотренной конструкции датчика применили его для исследования дисбаланса во время работы чесальной машины, использовав в качестве индикатора электронный осциллограф типа ЭМО-2.

На рис. 34 показана конструкция датчика давления, сконструированного радиолюбителями Р. А Губановым и Г. Л. Бараночниковым. Жидкость, давление которой необходимо измерить, поступает через отверстие в крышке *1* и давит на дно *3* корпуса *2*. Толщина дна выбирается в зависимости от диапазона измеряемых давлений. С дном болтом *4* жестко связана втулка *7* (шток), которая через пружину давит на мембрану *6*. Мембрана расположена между катушками *5*. Соединение датчика с электрической частью схемы осуществляют посредством штепсельного разъема *9*, экранированным многожильным кабелем *10*. Схема включения датчика показана на рис. 35. Она состоит из задающего генератора, выполненного по схеме двухкаскадного усилителя, охваченного глубокой обратной связью через фазосдвигающую *RC*-цепочку (транзисторы T_4 и T_5). Генератор вырабатывает переменное напряжение частотой 400 *гц*.

Это напряжение через согласующий каскад — эмиттерный повторитель (транзистор T_6) подается на усилитель мощности, выполненный по трансформаторной схеме на транзисторах T_7—T_9. Со вторичной обмотки трансформатора Tp_3 (обмотки *3* и *4*) напряжение несущей частоты поступает на плечи мостовой измерительной схемы, которая представляет собой сдвоенный мост с фазочувствительным детектором.

Резисторы R_2, R_3 и тумблеры Π_{1-1} и Π_{1-2} служат для установки диапазона измерения. Балансировка моста осуществляется индукционными потенциометрами ИП1-1 и ИП1-2. Эти потенциометры по конструкции напоминают индуктивные дифференциальные датчики. Они позволяют плавно изменять реактивное сопротивление; они обладают довольно высокой стабильностью своих характеристик. Для тарировки прибора в схеме используется вторая пара индуктивных сопротивлений (ИП2-1 и ИП2-2), которые включаются в схему вместо катушек датчика. Сигнал разбаланса моста с фазового детектора поступает на измерительный стрелочный индикатор — микроамперметр М265 на 100 *мка*. Для того чтобы иметь возможность регистрировать сигнал стандартным шлейфовым осциллографом, в схеме предусмотрен усилитель постоянного тока, выполненный по параллельно балансной схеме на транзисторах T_{10}—T_{15}. Пары транзисторов тщательно подобраны по своим характеристикам. Усилитель позволяет при входном токе 100 *мка* раскачивать гальванометр шлейфового осциллографа, имеющий максимальный ток отклонения 4—5 *ма*.

Питание прибора производят от стабилизированного выпрямителя, собранного на транзисторах T_1—T_3.

На рис. 36,*а* показан индуктивный дифференциальный датчик давления конструкции радиолюбителей В. Б. Скварковского, Л. Н. Климченко и Г. Ф. Жаткина. Действие датчика основано на изменении реактивного сопротивления катушки с железным сердечником при изменении воздушного зазора между сердечником и якорем. Перемещение якоря определяется давлением на мембрану. Между двумя катушками с сердечниками *3* и *4* помещен якорь *5*, жестко соединенный с двумя стальными мембранами. Толщина наружной мембраны *1* значительно меньше внутренней *2*, поэтому давление в основном воспринимается внутренней мембраной. Наружная мембрана защищает внутреннюю от влияния высоких температур. Корпус датчика охлаждается трансформаторным маслом, нагнетаемым во внутреннюю полость между мембранами через штуцер *6*. На рис. 36,*б* показан внешний вид датчика в сборе. Другая конструкция индуктивного датчика вибраций тех же авторов показана на рис. 37,*а*. Он представляет собой дифференциальный датчик соленоидального типа. На каркасе *1* намотаны две секции обмоток *2*. Внутри катушки перемещается ферритовый сердечник *3*. В зависимости от степени натяжения пружины *4*, устанавливаемой стопорами *5*, датчик может регистрировать вибрации частотой от 0 до 300 *гц*. Максимальная амплитуда регистрируемых вибраций — 5 *мм*. Внешний вид датчика показан на рис. 37,*б*.

При изготовлении сердечников низкочастотных индуктивных преобразователей, работающих на частотах до 100 *гц*, применяют стали марок Э-21, Э-31, Э-46, Э-330. Для датчиков, работающих в диапазоне частот 500—1 000 *гц*, используют высокочастотные марки сталей с толщиной листа порядка 0,2—0,3 *мм*. Для более высокочастотных датчиков применяют различные пермаллои и ферриты. При изготов-

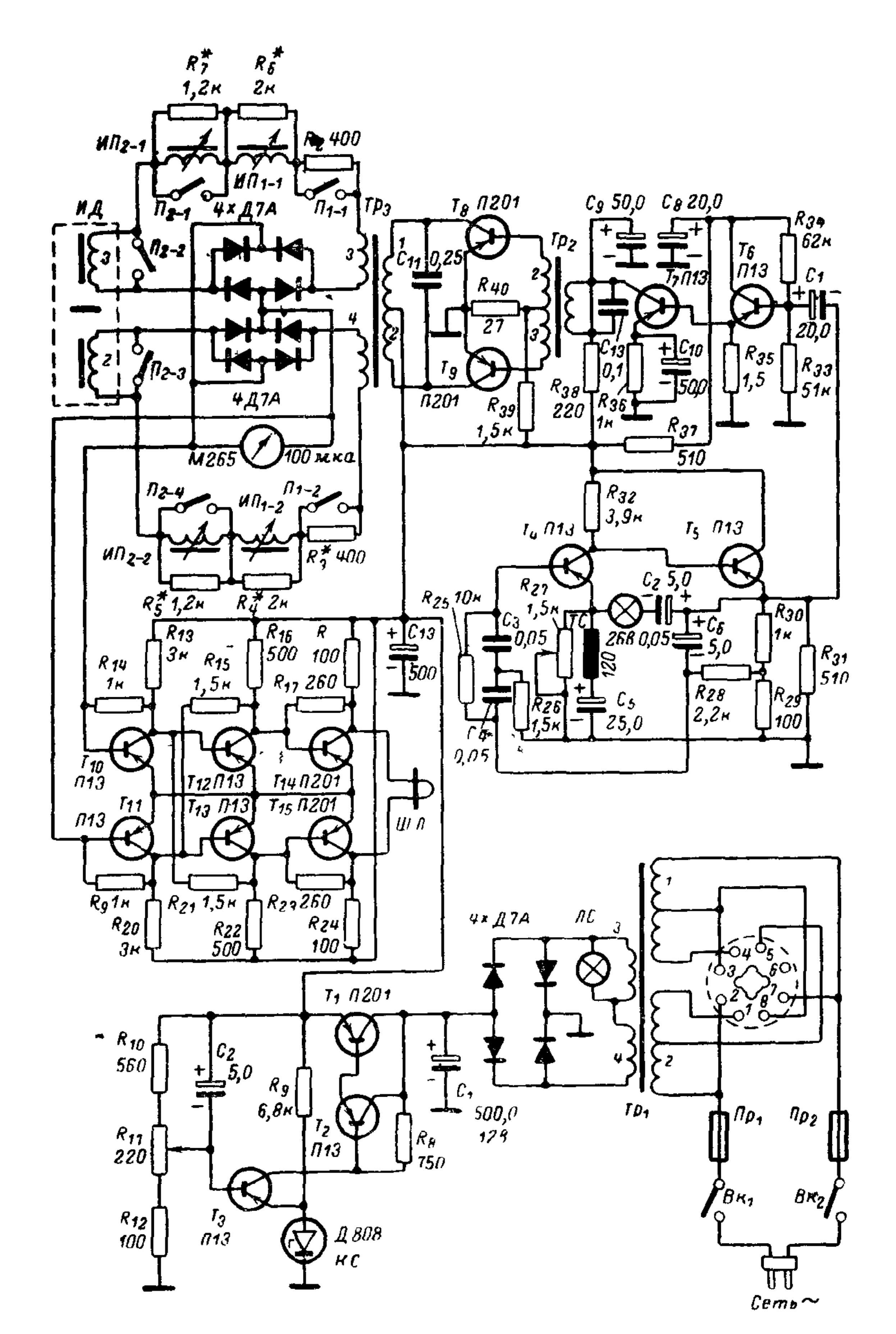
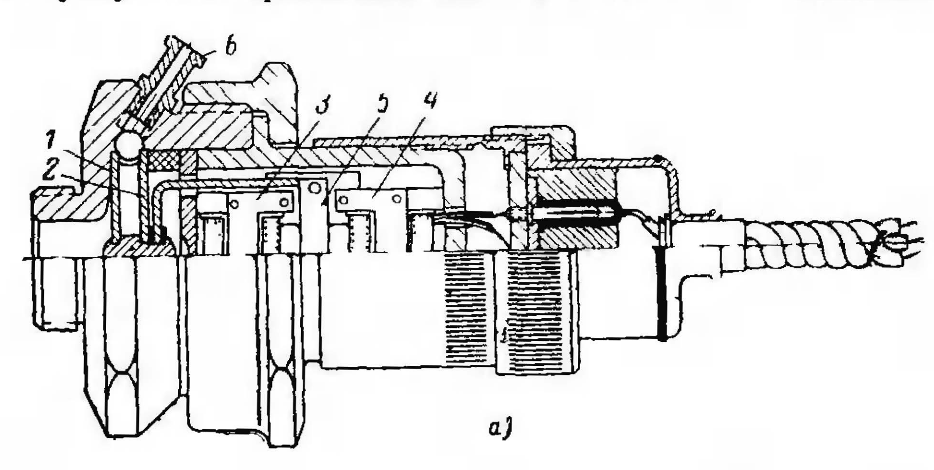


Рис. 35.

лении обоймы, стягивающей магнитопровод, рекомендуется выбирать материал с температурными свойствами близкими к температурным характеристикам материала сердечника Отдельные пластины магнитопровода лучше склеивать

Действие высокочастотных индуктивных преобразователей основано на следующем Если через катушку индуктивного преобразователя пропустить переменный ток и в созданное им магнитное поле



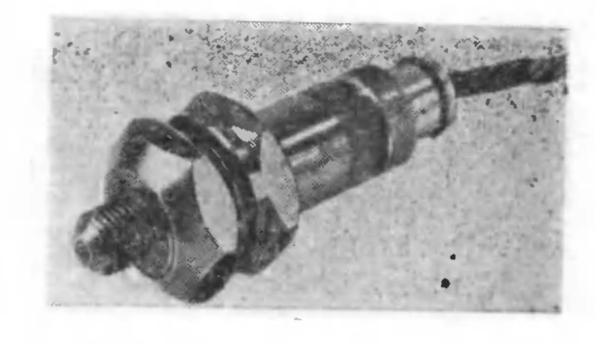


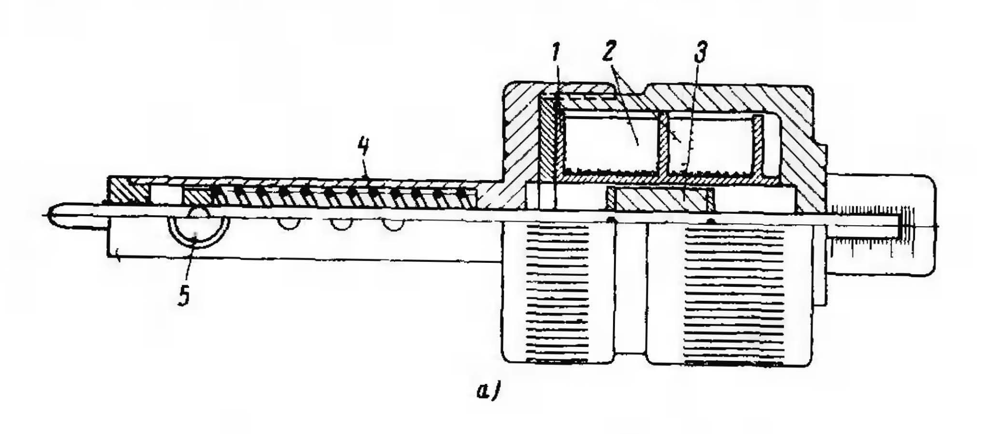
Рис 36

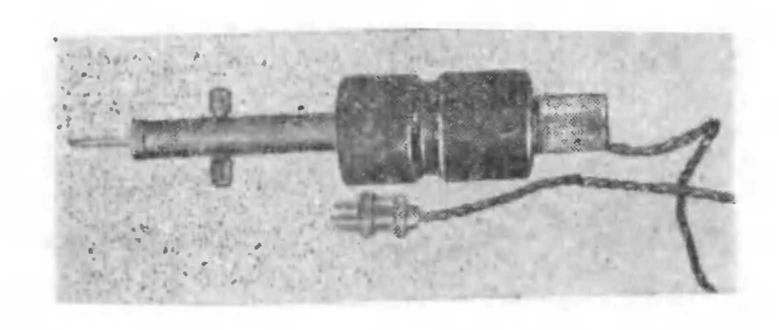
б)

поместить проводящий материал, то индуктивность и добротность катушки изменятся Это связано с тем, что в проводящих материалах, находящихся в переменном магнитном поле наводятся вихревые токи, на образование которых затрачивается часть энергии вызвавшего их поля В свою очередь вихревые токи вызывают вторичное магнитное поле направленное против первичного и тем самым ослабляющее его Потери энергии на образование вихревых токов в проводящей среде равносильны уменьшению добротности индуктивного преобразователя, а ослабление первичного электромагнитного поля вторичным равносильно уменьшению его индуктивности Изменяя в широких пределах напряженность и частоту магнитного поля, можно в значительных пределах изменять чувствительность преобразователя, приспосабливая его для исследования интересующих нас свойств среды

На рис 38,*а* схематично показан датчик, с помощью которого можно контролировать изменение диаметра проволоки до долей микрон Конструкция датчика для контроля влажности сыпучих материалов с точностью не хуже, чем 2—3%, изображена на рис 38, *б*.

На рис 38,*в* приведена схема датчика для определения концентрации раствора, а на рис 38,*г* — для определения концентрации рудного проводящего материала в породе С помощью датчика, изображенного на рис 38 *д*, можно определять наличие дефектов (трещин, раковин) в металлических изделиях При конструировании высокочастотных индуктивных преобразователей особое внимание надо уделять их экранировке Соединение датчика с измерительной схемой должно производиться высокочастотным коаксиальным кабелем с согласованным волновым сопротивлением Для питания индуктивных высокочастотных преобразователей используются генераторы высокой частоты со схемами стабилизации частоты





б)

Рис 37

На конструктивных особенностях конкретных датчиков мы останавливаться не будем так как они целиком определяются задачами, связанными с применением Как правило, индуктивные датчики выполняются в виде катушек с рядовой намоткой или намоткой типа «универсаль» Катушки помещают в экран из латуни или дюралюминия Схемы включения высокочастотных индуктивных датчиков мало отличаются от схем включения емкостных датчиков Катушка датчика является составным элементом колебательного контура генератора или питается напряжением от генератора, а изменение ее параметров, связанное с параметрами измеряемого материала, фиксируется схемой, подобной схеме стандартного Q-метра

Индукционные преобразователи преобразуют измеряемую или контролируемую величину в э д с индукции Они используются для измерения вибраций, скорости вращения, ускорений и других сходных характеристик Различают два основных вида преобразователей преобразователи, в которых э д с индукции возникает за счет поступательного движения катушки относительно неподвижного магнита и наоборот, и преобразователи, в которых э д с индукции возникает за счет вращения катушки в кольцевом зазоре магнита В некоторых конструкциях преобразователей второго типа и катушка и магнит остаются неподвижными а в зазоре

между ними вращается сплошная стальная рамка. Таким образом, в процессе вращения как бы изменяется величина зазора в магнитопроводе, а тем самым и величина наводимой э. д. с. Чувствительность таких преобразователей при постоянном потоке индукции определяется количеством витков катушки и длиной активной части витка. Индукционные преобразователи обладают высокой чувствительностью к измеряемым параметрам. Их подвижные элементы должны иметь малую инерционность, с тем чтобы свести к минимуму динамические ошибки при исследовании быстроизменяющихся процессов.

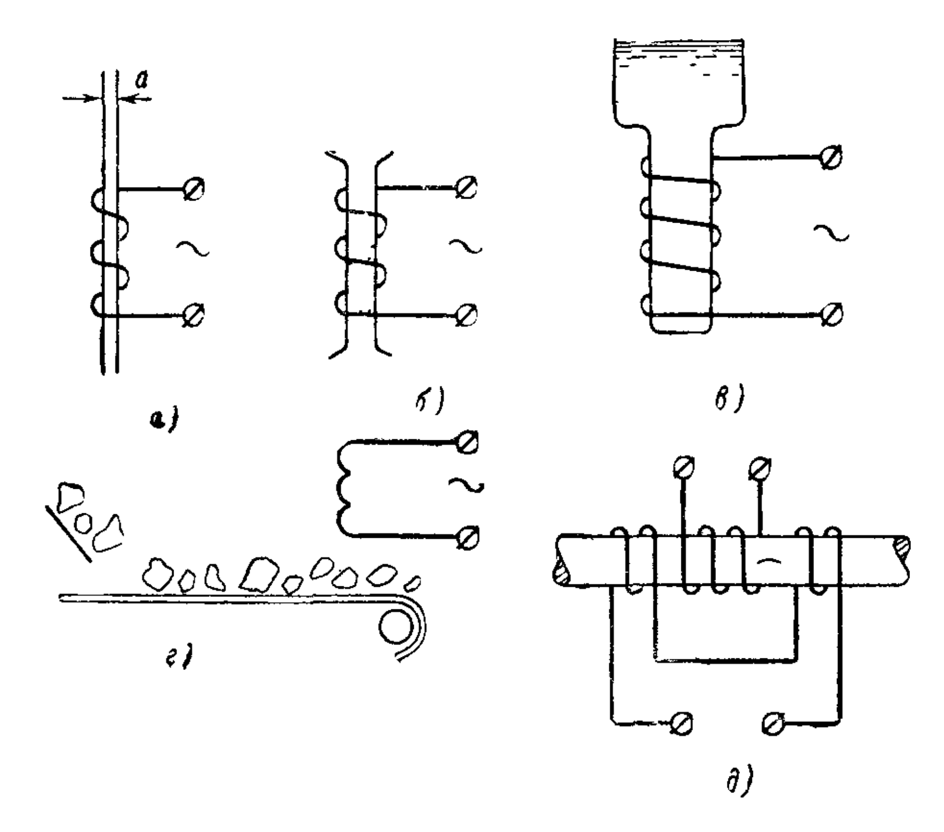


Рис. 38.

Практическая конструкция индукционного датчика показана на рис. 39,*а*. Датчик состоит из катушки *1*, на которой намотано 10 000 витков провода ПЭЛ 0,03. Внутри катушки на пружинных подвесках укреплен стержень *3* с постоянным магнитом *4*. На конце стержня *3* в зависимости от вида измерения укрепляется алмазная игла *5*. Датчик заключен в металлический корпус *2*. На нижней рабочей поверхности корпуса размещены шаровые опоры *6*. Перед началом измерений корпус датчика рабочими шаровыми опорами устанавливается на эталонный образец с классом обработки поверхности не ниже *8—9*. Регулировочным винтом устанавливают рабочую иглу *5* на нужный диапазон измерения. Затем датчик переносят на испытуемую поверхность. При перемещении датчика по испытуемой поверхности за счет ее шероховатостей магнит *4* будет перемещаться внутри катушки *1*, наводя в ней э. д. с. Эта э. д. с. усиливается, выпрямляется и измеряется стрелочным индикатором (рис. 39,*б*). Схема усилителя достаточна проста и особых пояснений не требует. Его особенность та, что цепь накала первой лампы питается постоянным током. Это сделано для того, чтобы уменьшить уровень шумов. Правда, целесообразность такой схемы подачи напряжения на

накальные электроды первой лампы вызывает сомнение, так как просто подача выпрямленного пульсирующего тока мало сказывается на уменьшении шумов. Большого эффекта можно достигнуть, применив схему сглаживания пульсаций. Автор прибора — радиолюбитель А. Н. Обухов. В отличие от аналогичных конструкций в данном приборе для повышения точности отсчета применен пружинный при-

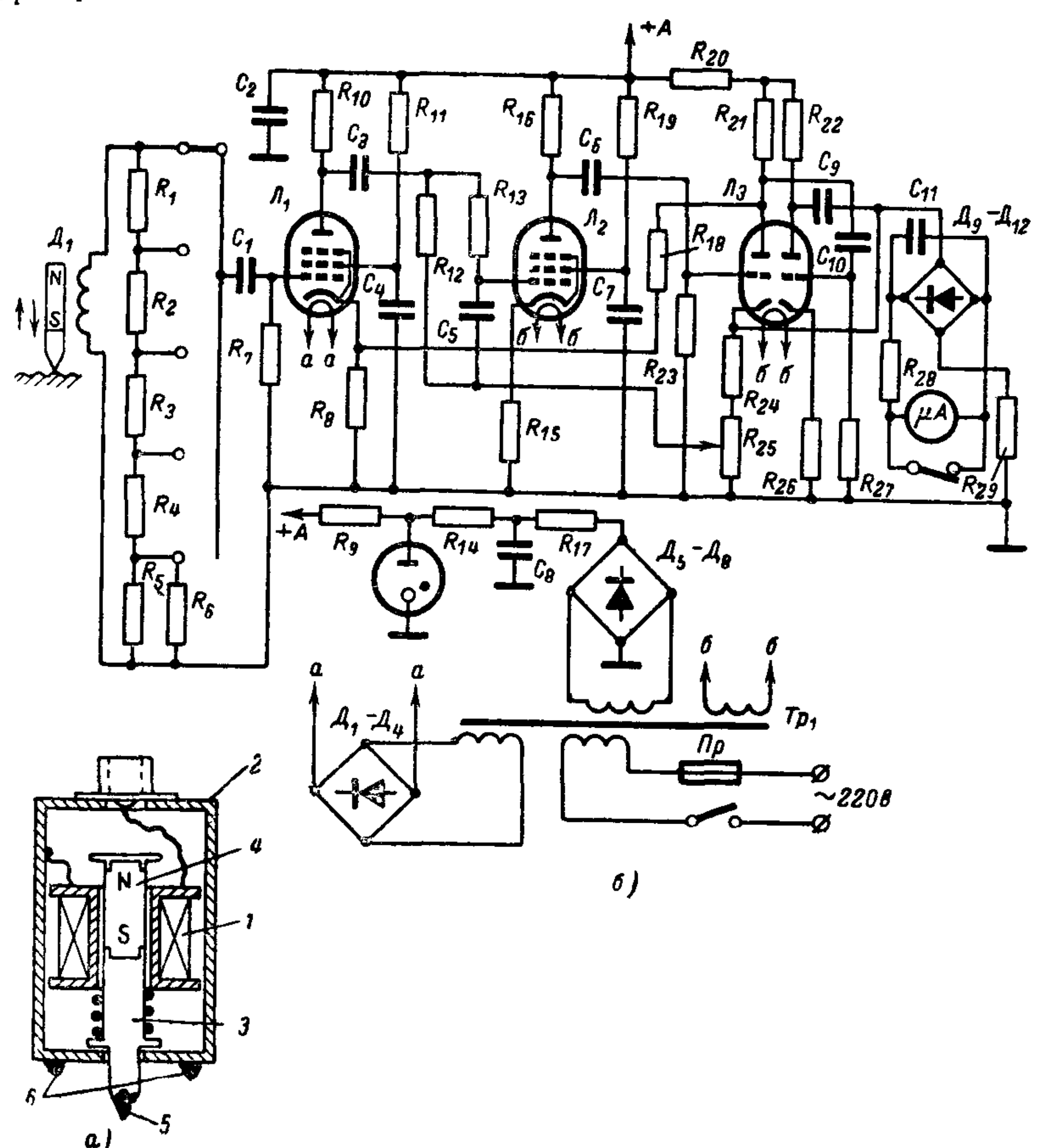


Рис. 39.

вод к датчику. За счет привода датчик непрерывно совершает возвратно-поступательное движение по поверхности испытуемой детали с постоянной скоростью, благодаря чему за счет увеличения амплитуды наводимой в катушке э. д. с. возрастает чувствительность прибора.

Термоэлектрические преобразователи представляют собой устройства, преобразующие разность температур между двумя точками в э. д. с. Конструктивно они оформлены в виде

двух проводников из разнородных материалов, спаянных в двух точках. Эти преобразователи получили название термопары. Если поместить спаи термопары в разные температурные условия, то по цепи потечет ток. Возникшая при этом э. д. с. будет тем больше, чем больше разница температур между точками измерения. Один из спаев обычно помещают в стабильные температурные условия — тающий лед или термостат. Общими требованиями, предъявляемыми к термопарам и материалам при их изготовлении, являются следующие: механическая и химическая устойчивость при высоких температурах, однозначная зависимость термо-э. д. с. от температуры, хорошая термо- и электропроводность. Инерционность термопар в защитной оболочке колеблется (в зависимости от конструкции и материала) в пределах 0,5—10 *мин*. Диаметр провода для изготовления термопар выбирается в пределах 0,1—0,5 *мм* в зависимости от назначения. Наиболее распространенными парами металлов для изготовления термопар являются следующие: медь-константан (4,15 *мв*/100° С), хромель-копель (6,95 *мв*/100° С), платина-платинородий (0,64 *мв*/100° С) и др. Термопары широко используют в самых различных отраслях народного хозяйства. Термо-э. д. с. термопары можно измерять низкоомным милливольтметром.

Пьезоэлектрические преобразователи работают на принципе прямого и обратного пьезоэффекта, заключающегося в том, что при сжатии или растяжении пластинок, изготовленных из материалов, обладающих пьезосвойствами, на их гранях появляется электрический заряд, или наоборот: под действием электрического поля пластина изменяет свои геометрические размеры тем больше, чем под большим потенциалом она находится. В настоящее время известно большое количество материалов, обладающих пьезоэлектрическими свойствами. В качестве пьезоэлектрических преобразователей используют кристаллы кварца, сегнетовой соли, дигидрофосфата аммония и различные виды пьезокерамики.

Кварц — один из немногих кристаллов, обладающих ярко выраженными пьезоэлектрическими свойствами. По своей эффективности к излучению и приему колебаний, по величине пьезомодуля (постоянной, определяющей пьезоэлектрические свойства) кварц намного уступает другим пьезоматериалам, но по стабильности своих параметров значительно превосходит их. Применение кварцевых преобразователей оправдано только в высокоточных измерительных установках, работающих в сложных температурных условиях. В электрических преобразователях кварц применяют в виде пластин толщиной, не превышающей 0,5 *см* при площади не выше 36 $см^2$. Эти пластины получают путем распиловки естественных кристаллов кварца (горный хрусталь) алмазными пилами.

Кристаллы сегнетовой соли шире применяют в пьезоэлектрических преобразователях, так как они имеют более высокий пьезомодуль и малую стоимость. Последнее связано с тем, что их выращивают искусственно. К недостаткам относятся их малая механическая прочность и низкая температура фазового перехода (точки Кюри). Кроме того, они сильно гигроскопичны и при использовании в датчиках требуют специальных мер влагозащиты (применение покрытий, погружение в масло).

Кристаллы дигидрофосфата аммония по своим свойствам близки к сегнетовой соли, но более прочны, негигроскопичны и имеют более высокую температуру фазового перехода.

В настоящее время в практике использования пьезоэффекта получают все большее распространение пьезопреобразователи из пьезокерамики, приготовленной из твердых растворов на основе титаната бария, метаниобата свинца и цирконата титаната свинца. Как видно из табл. 4, эти материалы обладают высокими пьезосвойствами и по

Таблица 4

Основные свойства	Кварц	Сегнетова соль	Дигидрофосфат аммония	Титанат бария
Плотность, $кг \cdot м^{-3} \cdot 10^{-3}$	2,65	1,77	1,80	5,30
Модуль Юнга, *E*, $н \cdot м^{-2} \times 10^{-11}$	86	42,5	19	105
Пьезомодуль, $к \cdot н^{-1} \cdot 10^{8}$	2,56	7 000	5	350
Точка Кюри, °С	576	—18 — +24	125	120
Диэлектрическая проницаемость	4,5	170	58	1 400
Скорость, $м \cdot сек^{-1} \cdot 10^{3}$	5,7		2,2	4,15
Частотный коэффициент, *кгц/мм*	2 830	1 300—1 500	1 630	2 200—2 250

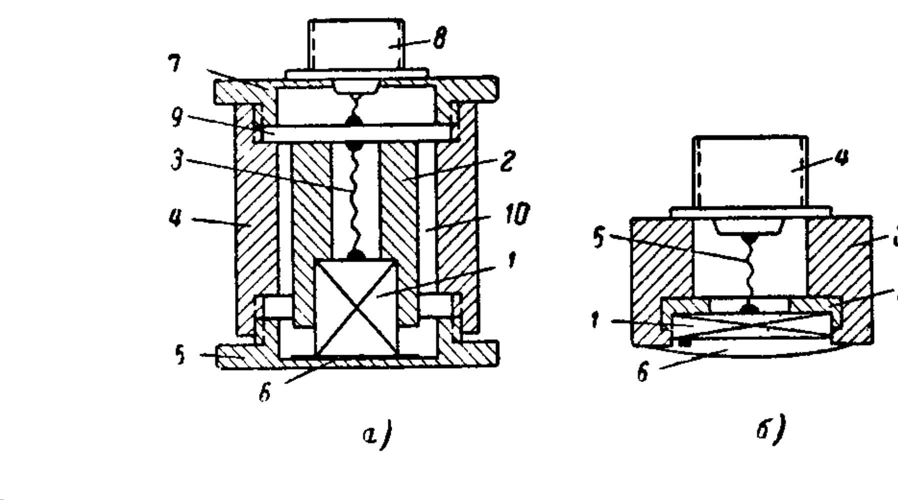
Продолжение табл. 4

Основные свойства	Титанат бария с добавкой 5% $CaTiO_3$	Титанат бария с добавкой 5% $CaTiO_3$ 0,75% $CaCO_3$	Ниобат свинца бария	Цирконат-титанат свинца
Плотность, $кг \cdot м^{-3} \cdot 10^{-3}$	5,10	5,40	5,75	7,30
Модуль Юнга, *E* $н \cdot м^{-2} \times 10^{-11}$	112	120	85	68
Пьезомодуль, $к \cdot н^{-1} \cdot 10^{8}$	220	350	500	800
Точка Кюри, °С	130	110	275	330
Диэлектрическая проницаемость	750	1 200	1 500	1 500
Скорость, $м \cdot сек^{-1} \cdot 10^{3}$	4,4	4,5	3,95	3,15
Частотный коэффициент, *кгц/мм*	2 200—2 250	2 200—2 250	2 400	2 100

стабильности своих характеристик (имеется в виду в основном керамика на основе твердых растворов из титаната цирконата свинца — ЦТС) приближаются к кристаллам кварца. Они стали заменять кварц в устройствах стабилизации частоты генераторов — в резонаторах и электрических фильтрах. Рассмотрим несколько основных применений пьезоэффекта.

Наиболее широкое применение пьезоматериалы нашли в практике ультразвуковых исследований. Подробные сведения об этом можно найти в [Л. 28].

На рис. 40,*а* показана акустическая головка, в которой в качестве пьезопреобразователя используется кристаллический пьезоэлемент *1*. В такой армировке могут использоваться любые кристаллические материалы, обладающие пьезосвойствами. Акустическая головка состоит из корпуса *4* цилиндрической формы. К дну корпуса *5* через прокладку из изоляционного материала *6* прижимается кристалл *1*. Для прижима используется втулка, выполняющая роль демпфера. Втулка *2* упирается в прокладку из изоляционного материала *9*, которая в свою очередь прижимается верхней крышкой корпуса *7*. На крышке укреплен высокочастотный разъем *8*. Минусовой жилой питания служит сам корпус датчика, изготовляемый обычно из дюраля или латуни, а плюсовой электрод кристалла соединяется с высокочастотным разъемом контактом *3*. В случае использования в акустической головке кристаллов из сегнетовой соли пространство *10* между втулкой *2* и корпусом *4* заполняется химически чистым касторовым или трансформаторным маслом. При использовании кристаллов из других материалов, негигроскопичных, пространство *10* можно ничем не заполнять. Конструкция акустической головки довольно проста, а главное, при соответствующей смене втулок *2* может быть использована для кристаллов разных размеров.



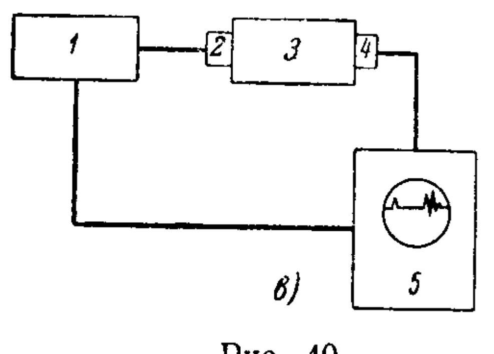


Рис. 40.

На рис. 40,*б* показана конструкция акустической головки для пластин из пьезокерамики. Акустическая головка состоит из корпуса *3* с высокочастотным соединительным разъемом *4*, демпфирующей накладки из текстолита *2*, собственно пьезопластины *1*. Пьезопластина *1* приклеена к демпфирующей накладке *2* и снаружи залита эпоксидной смолой с отвердителем *6*. Конструкция неразборная, но удобная в эксплуатации. Расход акустической энергии в слое эпоксидной смолы незначителен. Блок-схема простейшего прибора для проведения ультразвуковых исследований показана на рис. 40,*в*. Прибор составлен из стандартных радиоизмерительных установок. Генератор импульсов *1* типа МГИ-1, ГИС-2М вырабатывает импульс напряжения, который преобразуется излучающей акустической головкой *2* в ультразвуковой сигнал. Ультразвуковой сигнал, пройдя исследуемую среду *3*, попадает на приемную акустическую головку *4*, которой преобразуется в электрический пакет напряжений. Этот пакет, а также импульс, по времени соответствующий моменту возбуждения излучателя *2*, регистрируются стандартным осциллографом типа 26-И, СИ-1, С1-8. По меткам времени определяется время между моментом посылки сигнала и первой фазой пакета колебаний. Зная базу измерения (длину исследуемого образца *3*) и время ее прохода, акустическим сигналом можно найти скорость распространения ультразвуковых колебаний по формуле

$$U = \frac{S}{t},$$

где U — скорость распространения ультразвуковых волн; S — база измерения; t — время прохождения сигнала.

Такая простая измерительная установка позволяет проводить ультразвуковым методом изучение физико-химических и механических характеристик различных материалов в лабораторных условиях на малых базах. В этой установке в качестве акустических головок могут быть использованы рассмотренные выше конструкции.

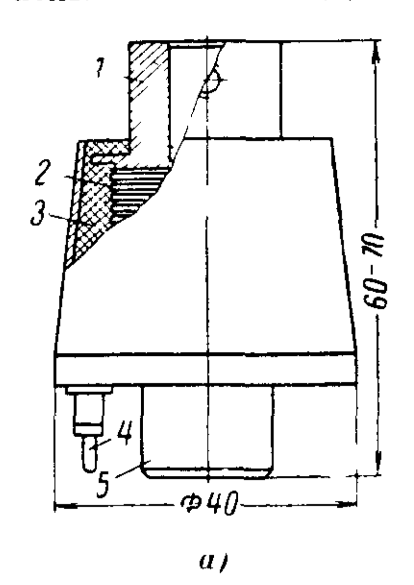
Интересным применением пьезоэффекта можно считать использование его для микроперемещений, микроподачи резцов при проведении прецизионных токарных и фрезерных работ, для изготовления пленок толщиной от 0 до нескольких микрон.

На рис. 41,*а* изображена конструкция блока микроперемещений для ультрамикротома. Он состоит из объектодержателя *1*, пакета из склеенных пьезопластин *2*, выводного контакта — высокочастотного разъема *4*, хвостовика *5* и корпуса *3*, залитого эпоксидной смолой. Принцип действия блока микроперемещений основан на использовании обратного пьезоэлектрического эффекта. При подаче на обкладки пьезопакета из склеенных пластин керамики цирконата титаната свинца высокого напряжения последний изменяет свои геометрические размеры. Ширина пакета (толщина) увеличивается на 20—30 *мк*. Возникающее при этом давление достигает величины 60 *кг/см²*. Электрическая схема включения блока микроперемещений показана на рис. 41,*б*. С автотрансформатора *1* напряжение поступает на высоковольтный трансформатор $Тр_2$, смонтированный в блоке *2*. Высоковольтное напряжение со вторичной обмотки трансформатора $Тр_2$ выпрямляется двухполупериодным выпрямителем, сглаживается емкостным фильтром и поступает на блок микроперемещений *4*. Величина микроперемещения контролируется индикатором стрелочного типа *5*.

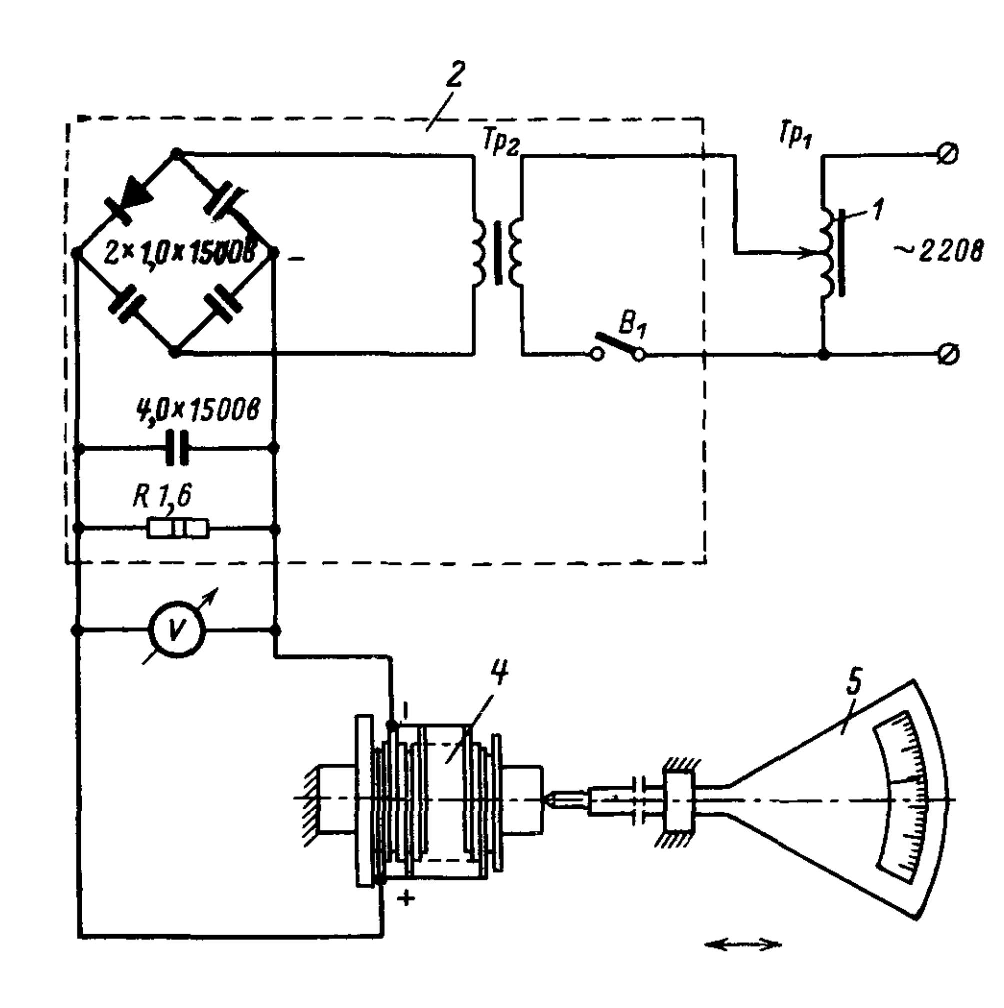
Несколько слов об изготовлении пакета из пьезопластин. Пакет изготавливается из пьезокерамики типа ЦТС-19 диаметром 25—30 *мм* и толщиной 1 *мм*. Количество пластин выбирается в зависимости от необходимого максимального перемещения. Для склейки пластин применяется клей типа БФ-2, разведенный в спирте-ректификате при соотношении 2 : 3. Температура склеивания не должна превышать 90° С. Между пьезопластинами помещают диски из латунной посеребренной фольги для получения промежуточных электродов. Склеивание пакета осуществляют в термостате при удельном давлении порядка 0,5 *атм/см²*. Авторы конструкции — радиолюбители И. Чемерис, И. Луковский, А. Доновский-Янчук.

Пьезоэлементы находят также применение в качестве датчиков быстропеременных давлений. Простая конструкция датчика быстро-

переменных давлений и схема его включения показаны на рис. 42 (автор Ю. Ясенев). Датчик состоит из стального корпуса *1*, пластин из керамики титаната бария *2* и *4*, стальных электродов *3* и *5*, предохранительного стекла *6* и выводных контактов *8*. Все перечисленные детали жестко скреплены друг с другом и корпусом карбинольным клесм *7*. Датчик работает следующим образом. При сжатии пьезопластин за счет измеряемого давления на их обкладках возникают электрические заряды. Эти заряды накапливаются на обкладках конденсаторов C_1, C_2, C_3. При этом, если емкости конденсаторов C_1+C_2 равны емкости конденсатора C_3 и параметры пластин одинаковые, то ток на входе усилителя постоянного тока (УПТ) равен нулю В данной конструкции датчика одна пьезопластина *4* является измерительной, другая *2* — контрольно-балансировочной. Балансировка схемы производится при нулевом давлении с помощью конденсатора переменной емкости C_3 и резисторов R_1 и R_2. Измерение давления производят при замкнутом ключе *K*.



а)



б)

Рис. 41.

Такая схема измерения позволяет полностью исключить погрешности замеров, обусловленные изменением свойств пьезокерамики при старении.

Так же широко пьезоэлементы используются в приборах для исследований шероховатостей поверхностей — пьезопрофилометрах. Преобразователи на основе пьезоэлементов имеют высокую чувствительность и стабильны в работе. В качестве пьезоэлектриков употребляют обычно керамику титаната бария как наиболее дешевый материал. В профилометрах применяют биморфные пьезоэлементы, т. е. пьезоэлементы, склеенные из двух пластин так, как показано на рис. 43,*а*. Пластины склеивают через серебряное или алюминиевое покрытие, служащее средним электродом *4*. Такие же покрытия наносят на внешние поверхности пьезоэлементов. К внешним электродам припаивают токовыводы *3* Пластины *1* и *2* склеиваются таким образом, чтобы напряжение, возникающее на их обкладках, складывалось. При этом достигается максимальная чувствительность, рав-

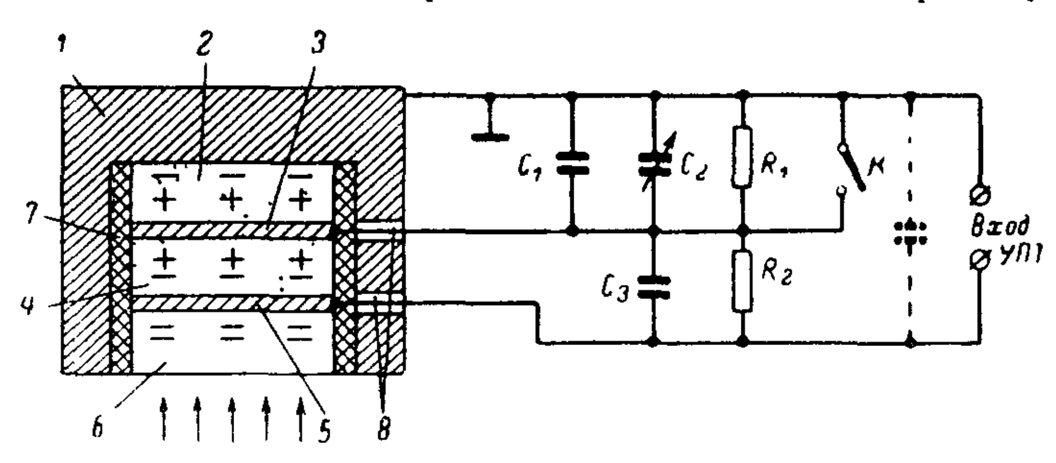


Рис 42

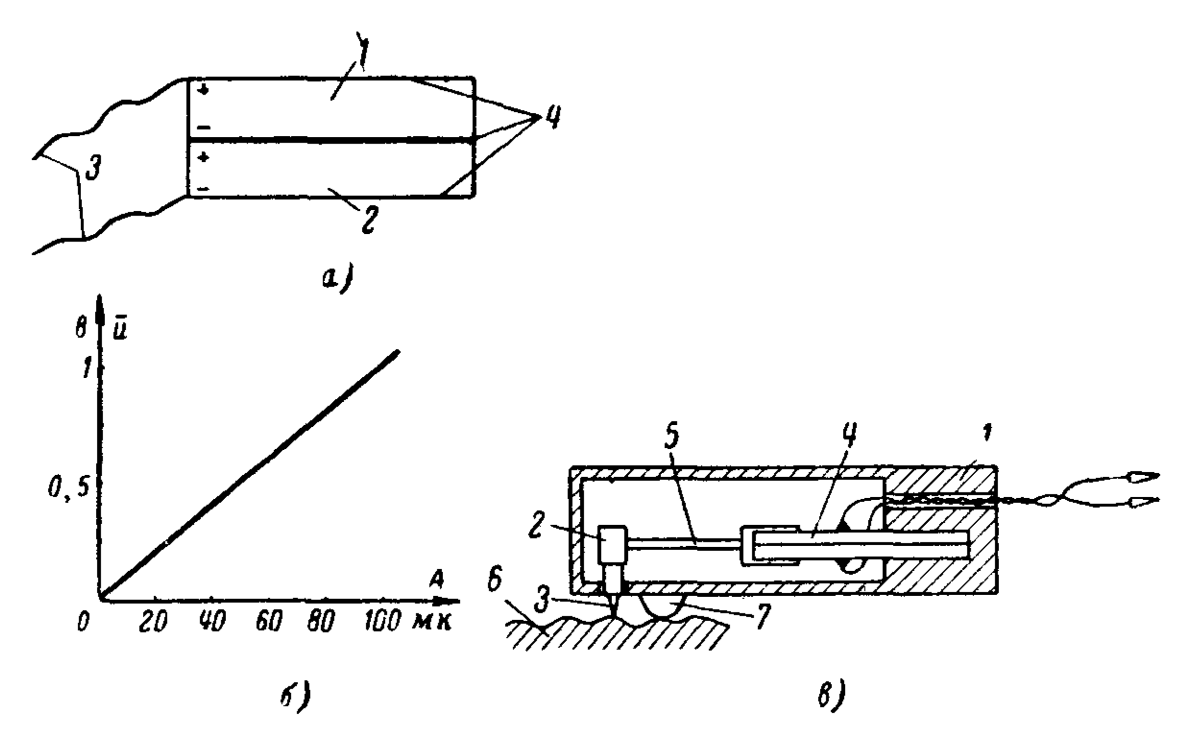


Рис 43.

ная 30 *мв/мк*. Как видно из рис. 43,*б*, пьезопреобразователи имеют линейную зависимость напряжения на обкладках от величины деформации пластин, точнее сказать — от величины отклонения закрепленного конца пьезопластин относительно положения равновесия. Схематический чертеж преобразователя показан на рис. 43,*в*. В корпус *1* одним концом жестко заделан биморфный пьезоэлемент *4*. На свободном конце пьезоэлемента укреплен кронштейн *5* с щупом *2* на конце. Элементом, воспринимающим шероховатость исследуемой поверхности *6*, служит наконечник из алмаза или корунда *3*. Нулевое положение чувствительного элемента (детали *2—5*) фиксируется упором с шаровой поверхностью *7*. В качестве измерительной схемы используются стандартные усилители напряжения низкой частоты, коэффициент усиления которых не превышает 1 000, выполненные по схеме *RC*, с ламповым вольтметром на выходе.

Пьезопреобразователи неэлектрических величин в электрические могут найти самое широкое применение при измерении таких параметров, как размеры изделий, их физико-химические и механические характеристики, вязкость и ряд других. Они широко используются при измерениях вибраций и шумов различных механизмов. Обратный пьезоэффект используется для силового воздействия на вещества. Так, на базе использования обратного пьезоэффекта построены ультразвуковые установки для очистки и мойки деталей, для приготовления эмульсий, для тонкого измельчения различных материалов и других целей. При этом для возбуждения механических колебаний на резонансной частоте пьезопластин применяют схемы генераторов высокой частоты и импульсных генераторов. Схемы простейших импульсных генераторов мы рассмотрели в первой главе.

Электрохимические преобразователи появились сравнительно недавно. Несколько лет тому назад за рубежом создали и стали применять в схемах различных электронных установок новые приборы — солионы, используемые в качестве преобразователей неэлектрических величин в электрические, выпрямительных элементов и интеграторов. Аналогичные приборы, разработанные у нас в стране, получили название химотронов [Л. 18]. Химотрон представляет собой электрохимическую ячейку с платиновыми электродами, помещенными в водный раствор иодистого калия с небольшой добавкой иода. Принцип действия преобразователя, изготовленного на основе электрохимической ячейки, можно уяснить на примере датчика давления. Схематический разрез химотронного датчика давления показан на рис. 44,*а*. Он состоит из корпуса *4*, внутри которого помещены платиновые электроды *1* в виде сеток (аноды) и *3* в виде трубки, расположенной внутри небольшой перегородки с отверстием (катод). С одной стороны корпус огражден упругой мембраной *2*, воспринимающей наружное давление. Пространство внутри корпуса заполнено водным раствором иодистого калия с небольшой добавкой чистого иода. Соединительные провода к электродам *1* и *3* проходят через втулки *6* из изоляционного материала. В растворе молекулы иодистого калия диссоциируют на ионы *5*. При подсоединении к датчику источника тока — батареи *7* ионы в растворе начнут перемещаться: положительно заряженные — катионы к катоду, а отрицательно заряженные — анионы к аноду. При этом и на аноде и на катоде происходит нейтрализация ионов. Величина тока, регистрируемая микроамперметром *8*, определяется скоростью нейтрализации ионов на катоде, которая в свою очередь зависит от

скорости прохождения раствора через трубчатый электрод катода. При отсутствии внешнего давления скорость прохождения раствора через трубчатый электрод равна нулю, и микроамперметр регистрирует минимальный ток, не превышающий нескольких микроампер. При воздействии давления на мембрану *2* увеличивается скорость протекания раствора через трубчатый электрод *3* и соответственно возрастает ток в цепи гальванометра *8*. Датчики такого типа очень чувствительны и реагируют на изменение давления в миллионные доли атмосфер [Л. 18].

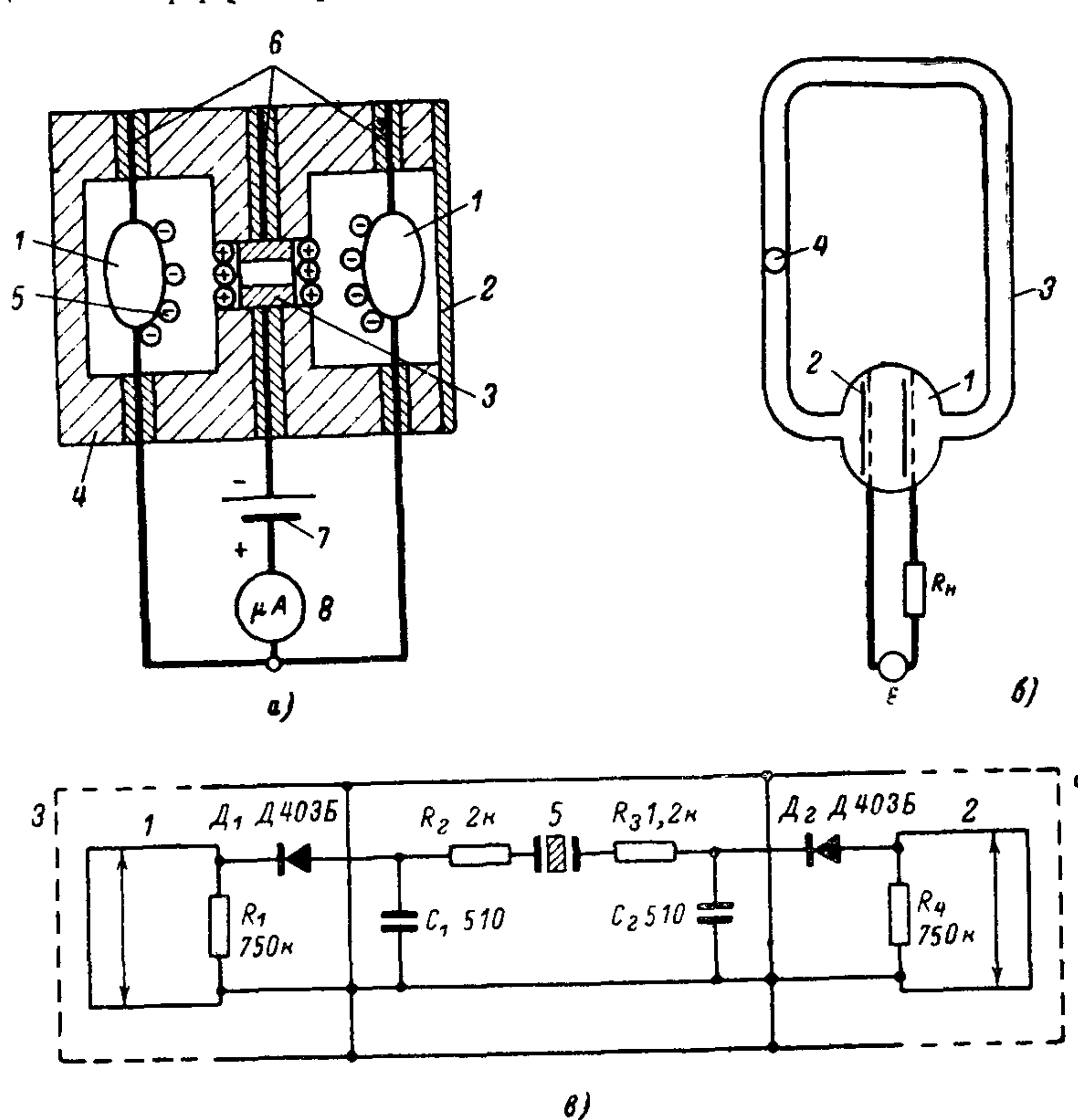


Рис. 44.

Представляет интерес конструкция индивидуального дозиметра СВЧ-излучений, изготовленного на основе использования в качестве индикатора водородного электрохимического элемента. Авторы дозиметра Н. И. Бабкин, А. М. Гуревич, Е. А. Лепорская, Б. А. Минин, Л. В. Толстой. Схематически водородный электрохимический элемент показан на рис. 44,*б*. Он состоит из мелкопористой мембраны *1*, с двух сторон которой расположены платиновые электроды *2*, изготовленные из мелкоячеистой сетки. Мембраны и электроды находятся внутри стеклянной трубки *3*, заполненной слабым раствором сер-

ной кислоты. Серная кислота в растворе диссоциирует на ионы. При подключении к электродам *2* источника тока через мембрану начинает течь ионный ток При этом у одного электрода будет выделяться водород, а у другого поглощаться В стеклянной трубке возникнет перепад давления, за счет которого будет перемещаться находящийся в трубке пузырек воздуха *4*. Скорость перемещения пузырька прямо пропорциональна току в широком диапазоне его значений. В рассматриваемой конструкции прибора, при диаметре мембраны 26 *мм,* датчик обеспечивает линейное интегрирование в диапазоне токов от 0,1 до 500 *мка.* Специальные исследования, проведенные авторами в лабораторных условиях, показали, что в широком диапазоне частот сохраняется пропорциональность скорости перемещения капли (пузырька) и постоянной составляющей пульсирующего тока (по крайней мере до частот, равных 1 *мгц*).

Принципиальная схема дозиметра приведена на рис. 44,*в*. Излучение, интенсивность которого требуется измерить, поступает через полупрозрачные перегородки *3* и *4*, служащие аттенюаторами, иа рамочные антенны *1* и *2*. Электрический сигнал с сопротивлений R_1 и R_4 через диоды $Д_1$ и $Д_2$ поступает на интегратор. Смещение капли в трубке будет пропорционально интегральной дозе излучения. Для того, чтобы увеличить общую пространственную изотропность, плоскости поляризации антенн *1* и *2* смещены друг относительно друга на 90°.

Мы рассмотрели две конструкции преобразователей на электрохимических элементах. Практических вариантов их использования много больше. Наиболее оправдано применение преобразователей для изготовления датчиков давления, подобных рассмотренному выше, датчиков низкочастотных вибраций и акселерометров. Максимальная частота, на которой могут работать электрохимические элементы, не превышает 1 000 *гц*. Это связано с тем, что ионы в растворе, окруженные полярными молекулами растворителя, обладают малой подвижностью. Электрохимические интеграторы тока могут быть использованы в приборах самого различного назначения как индикаторы дозы, времени и других параметров.

Фотоэлектрические преобразователи применяют для преобразования световой энергии в электрическую. По принципу действия они разделяются на три основные группы: преобразователи с внешним фотоэффектом, внутренним фотоэффектом и вентильные преобразователи.

Внешний фотоэффект проявляется в том, что под действием света электроны выбиваются с поверхности металла. Приборы, принцип действия которых основан на внешнем фотоэффекте, получили название фотоэлементов и фотоэлектронных умножителей. Внутренний фотоэффект проявляется в изменении проводимости материалов под действием света. Приборы, принцип действия которых основан на внутреннем фотоэффекте, называются фоторезисторы. Изменение проводимости под действием света наблюдается и у полупроводниковых приборов. Обратный ток *p-n* переходов при освещении светом резко возрастает. Это свойство используется в фотодиодах и фототранзисторах.

Действие вентильных фотоэлементов проявляется в возникновении э. д. с на электродах под действием света. Вентильные фотоэлементы отличаются высокой чувствительностью и в ряде схем применяются без дополнительных источников питания.

В радиолюбительской практике используются фоторезисторы,

Таблица 5

Тип фотопреобразователя		Рабочие параметры фотопреобразователей			
		Рабочее напряжение, *в*	Наименьшая интегральная чувствительность, *мка/лм*	Спектральная характеристика, *мк*	Максимум спектральной характеристики, *мк*
Фотоэлементы с внешним фотоэффектом	СЦВ-3	240	80	0,415—0,530	0,450
	СЦВ-4	240	80	0,415—0,530	0,450
	СЦВ-51	240	80	0,415—0,530	0,450
	ЦВ-1	240	20	0,65—0,95	0,800
	ЦВ-3	240	20	0,65—0,95	0,800
	ЦВ-4	240	20	0,65—0,95	0,800
	ЦГ-1	240	75	0,65—0,95	0,800
	ЦГ-3	240	200	0,65—0,95	0,800
	ЦГ-4	240	200	0,65—0,95	0,800
	СЦГ-51	180	150	0,322—0,460	0,390
	Ф-1	80	100	0,240—0,520	0,380
	Ф-3	50	40	0,322—0,460	0,390
	Ф-6	30	40	0,320—0,602	0,500
Фотоумножители	ФЭУ-11	1 700	50	0,361—0,510	0,420
	ФЭУ-12А	1 700	30	0,400—0,600	0,500
	ФЭУ-14А	1 700	40	0,400—0,600	0,500
	ФЭУ-20	900	20	0,322—0,460	0,390
Фотодиоды	ФД-1	15	20		
	ФД-2	30	10		
	ФД-3	10	20		
	ФДК-1	20	3		
Фототриод	ФТ-1	3	170		
Фоторезисторы	ФС-А0	4—40			
	ФС-А1	4—40			
	ФС-А4	4—40			
	ФС-А6	5—30			
	ФС-Б2	30—60			0,7
	ФС-К0	110—220			
	ФС-К1	110—220			0,6
	ФС-К2	110—220			0,52
	ФС-К4	110—220			
	ФС-К5	60			
	ФС-Д0	200			0,78
	ФС-Д1	200			0,78
Вентильные фотоэлементы	К-5, 10, 20		250		0,5—0,6
	ФЭСС-У-2, 3, 5, 10		5 000—10 000		0,6—1,1

Тип фотопреобразователя		Рабочие параметры фотопреобразователей				
		Максимальная частота модуляции света, *кгц*	Темновой ток, *мка*	Постоянная времени, *мксек*	Наибольший ток на выходе, *ма*	Размер светочувствительной поверхности, *мм²*
Фотоэлементы с внешним фотоэффектом	СЦВ-3	8	0,01			
	СЦВ-4	8	0,1			
	СЦВ-51	8	0,01			
	ЦВ-1		0,1			
	ЦВ-3		0,1			
	ЦВ-4		0,1			
	ЦГ-1	7	0,1			
	ЦГ-3	8	0,1			
	ЦГ-4	7	0,1			
	СЦГ-51					
	Ф-1		100			
	Ф-3		0,01			
	Ф-6		0,00001			
Фотоумножители	ФЭУ-11		0,1		25	
	ФЭУ-12А		0,8		25	
	ФЭУ-14А		0,8		5	
	ФЭУ-20		0,008		0,1	
Фотодиоды	ФД-1		30,0	10		5
	ФД-2		25,0	10		1
	ФД-3		15,0	10		2
	ФДК-1		3,0	10		2
Фототриод	ФТ-1		300,0	200		2
Фоторезисторы	ФС-А0	1—6		40		
	ФС-А1	1—6	150,0	40		
	ФС-А4	1—6		40		
	ФС-А6	1—6		40		
	ФС-Б2	0,1—0,4	15,0			
	ФС-К0		15,0	40 000		
	ФС-К1	0,01—0,1	15,0	40 000		
	ФС-К2	0,01—0,1	30,0	40 000		
	ФС-К4		30,0	60 000		
	ФС-К5					
	ФС-Д0		10,0	50 000		
	ФС-Д1		10,0	50 000		
Вентильные фотоэлементы	К-5, 10, 20	0,05—0,1				5, 10, 20 *см²*
	ФЭСС-У-2 3, 5, 10	0,005—0,01				2, 3, 5, 10 *см²*

Тип фотопреобразователя		Рабочие параметры фотопреобразователей					
		Темновое сопротивление, *ком*	Кратность изменения сопротивления при освещенности 200 *лк*	Геометрические размеры, *мм*			
				Длина	Ширина	Высота	Диаметр
Фотоэлементы с внешним фотоэффектом	СЦВ-3					95	26
	СЦВ-4					129	39,5
	СЦВ-51					95	26
	ЦВ-1					125	55
	ЦВ-3					95	26
	ЦВ-4					125	38,5
	ЦГ-1					131	56
	ЦГ-3					62	27
	ЦГ-4					129	39,5
	СЦГ-51						
	Ф-1					104	40
	Ф-3					67	20
	Ф-6					76	33
Фотоумножители	ФЭУ-11					255	52
	ФЭУ-12А					250	52
	ФЭУ-14А					180	52
	ФЭУ-20					95	34
Фотодиоды	ФД-1					16	8
	ФД-2			22	15	10	
	ФД-3					10	3,9
	ФДК-1					9	3,9
Фототриод	ФТ-1					7	0,12
Фоторезисторы	ФС-А0	40—400	1,1	12	7,5	1	
	ФС-А1	40—400	1,1	28	15	17	
	ФС-А4	40—400	1,1	18	4	31,5	
	ФС-А6	50—300	1,1			17	28
	ФС-Б2	10—100	4,0	34	18	22	
	ФС-К0	3 300	100,0	14,5	8,5	2	
	ФС-К1	3 300	100,0			16	28
	ФС-К2	3 300	20,0	28	12,5	16	
	ФС-К4	3 300	50,0	24	6	30	
	ФС-К5	5 100	17,0	6	0,9	1	
	ФС-Д0	2 000	150,0	14,5	8,5	2	
	ФС-Д1	2 000	150,0			12	18
Вентильные фотоэлементы	К-5, 10, 20 ФЭСС-У-2, 3, 5, 10						

фотодиоды и фототриоды. Параметры некоторых из них приведены в табл. 5 Фотоэлементы используются редко. Фотоэлектронные умножители применяются радиолюбителями только в схемах приборов для регистрации радиоактивных излучений с помощью сцинтилляционных кристаллов и жидкостей. Вентильные элементы в конструкциях радиолюбительских приборов, демонстрировавшихся на Всесоюзных радиолюбительских выставках последних лет, не встречались. Рассмотрим типовые схемы включения фотоэлектрических преобразователей.

На рис 45,*а* показана схема фотоэлектронного реле, которое находит самое разнообразное применение: автоматы для включения

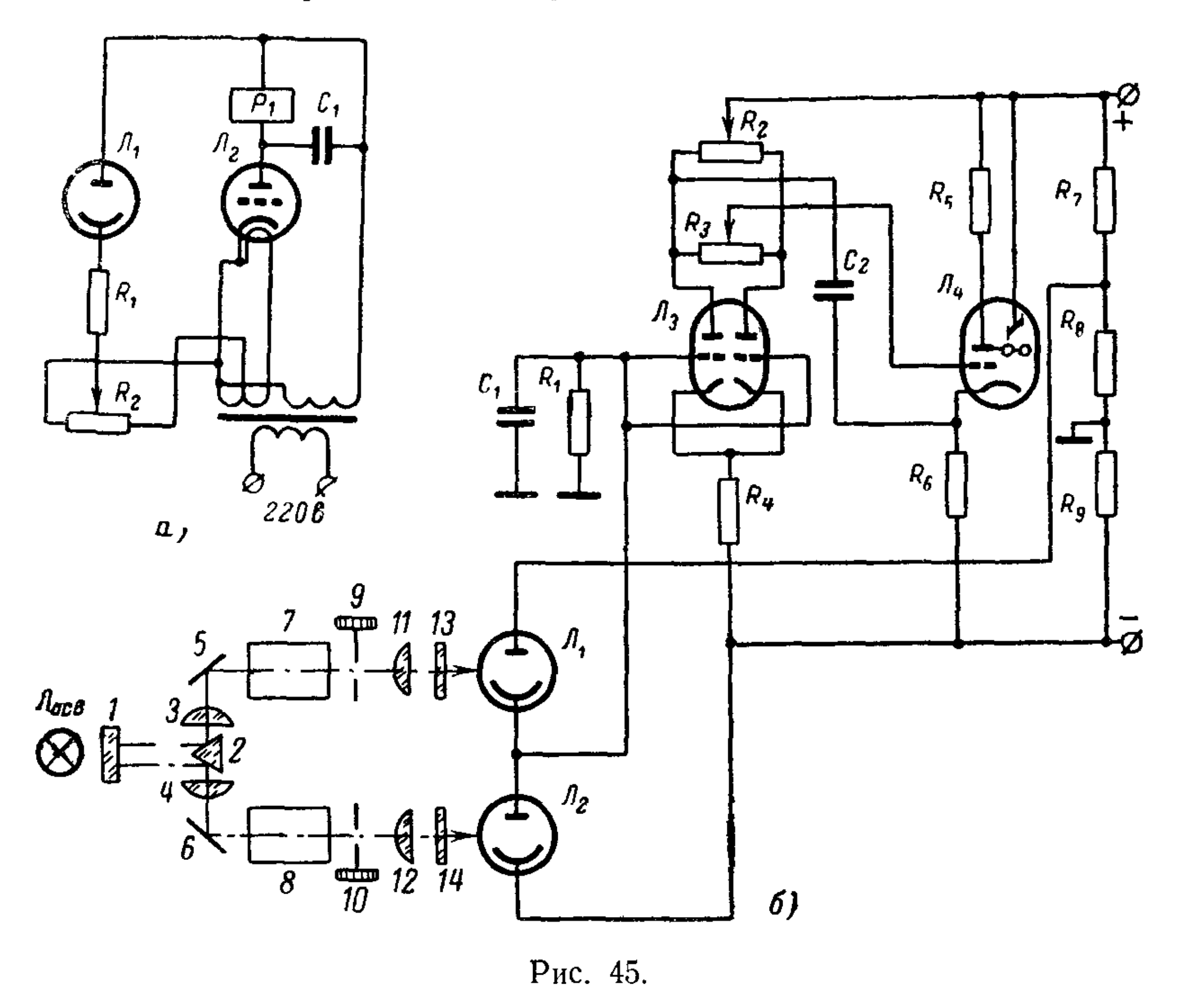


Рис. 45.

освещения на улицах, на лестничных клетках, в домах и т. д.; счетчики готовой продукции, приборы для автоматического открывания дверей, ворот и многие другие. В качестве фотопреобразователя можно использовать вакуумные фотоэлементы типа ЦВ-1, ЦВ-3. Схема работает на переменном токе и срабатывает при освещении фотоэлемента. Уровень необходимой освещенности устанавливается переменным резистором R_2. В схеме могут быть использованы лампы типов 6Н1П, 6Е5С, 6Е1П, 6С3П. Номиналы остальных элементов определяются режимами выбранных ламп.

Другое применение фотопреобразователей — использование их для измерения оптической плотности различных материалов (жидкостей, газов, пыли, аэрозолей, кристалов и др.), которая в свою очередь определяется изменением концентрации, плотности, запыленности и т. д. Схема оптического концентратомера изображена на рис. 45,*б* Слева показана схема оптики, справа — электронного блока. Луч света от осветительной лампы $Л_{осв}$ через светофильтр *1* попадает на призму *2*, которая делит его на два потока. Один поток через объектив *3*, отражатель *5*, кювету с раствором известной концентрации *7*, диафрагму *9*, объектив *11* и защитное стекло *13* попадает на фотоэлемент $Л_1$. Другой поток света через аналогичную систему линз, отражателей и диафрагм проходит через кювету *8* с раствором неизвестной концентрации и попадает на фотоэлемент $Л_2$. Фотоэлементы включены навстречу один другому, и разностный ток, вызванный разными потерями света в растворах с различной концентрацией, попадает на вход усилителя (лампа $Л_3$), а с него — на вход электроннооптического индикатора (лампа $Л_4$). При равенстве освещенностей фотоэлементов разностного тока не будет, и индикатор покажет отсутствие сигнала. Экран индикатора будет максимально освещен. При появлении разностного тока на экране индикатора появится теневой сектор. С помощью ручки привода диафрагмы *10* добиваются выравнивания освещенностей, т. е. исчезновения теневого сектора на экране электроннооптического индикатора. Предварительная балансировка оптического тракта прибора осуществляется диафрагмой *9*, балансировка электронного тракта — переменными резисторами R_2 и R_3. Приборы, построенные по компенсационной схеме измерения, отличаются достаточно высокой чувствительностью, точностью и стабильностью градуировки. Шкала привода диафрагмы *10* обычно градуируется в измеряемых концентрациях по калиброванным растворам. Рассмотренный принцип действия может быть использован для сравнения степени запыленности воздуха, степени его загрязнения, для сравнения окраски различных материалов (по отраженному свету) и для многих других сходных применений.

На рис. 46 изображена принципиальная схема автомата для правки диагонального перекоса утка. Авторы конструкции — А. И. Волков, А. Б. Палей, Л. И. Алисов. Принцип действия прибора основан на слежении фотодатчика за встречным диффузным светом, отраженным от уточных нитей. Автомат состоит из трех основных частей: датчика, усилителя постоянного тока с преобразователем постоянного тока в переменный, фазочувствительного усилителя мощности. Датчик состоит из осветительной лампы и двух расположенных симметрично относительно нее фоторезисторов ФС1 и ФС2. При отсутствии перекоса оба фоторезистора освещены одинаковым отраженным от нитей светом, и так как они включены в противоположные плечи сбалансированного измерительного моста, то сигнал разбаланса равен нулю. При возникновении перекоса однородность освещения фоторезисторов нарушается и в измерительной диагонали появляется сигнал разбаланса. Этот сигнал поступает на вход четырехкаскадного усилителя постоянного тока с преобразованием постоянного тока в переменный С выхода усилителя сигнал поступает на вход фазочувствительного усилителя мощности, выполненного на лампе $Л_3$ типа 6Н6П Питание анодов этой лампы производят от разных обмоток силового трансформатора, включенных навстречу друг другу. При отсутствии сигнала разбаланса обмотки обоих реле, включенные в анодные цепи ламп, питаются током покоя, недостаточным для срабатывания реле. Усиленный сигнал разбаланса поступает на управляющие сетки обеих

Рис. 46.

половин ламп усилителя мощности В той половине лампы, в которой фаза питающего напряжения совпадает с фазой сигнала разбаланса, ток резко возрастает и срабатывает реле. Контактами реле при этом включаются исполнительные механизмы, устраняющие перекос. Для того чтобы не произошло одновременного срабатывания обоих реле, обмотки их включены через нормально замкнутые контакты друг друга, как показано на схеме.

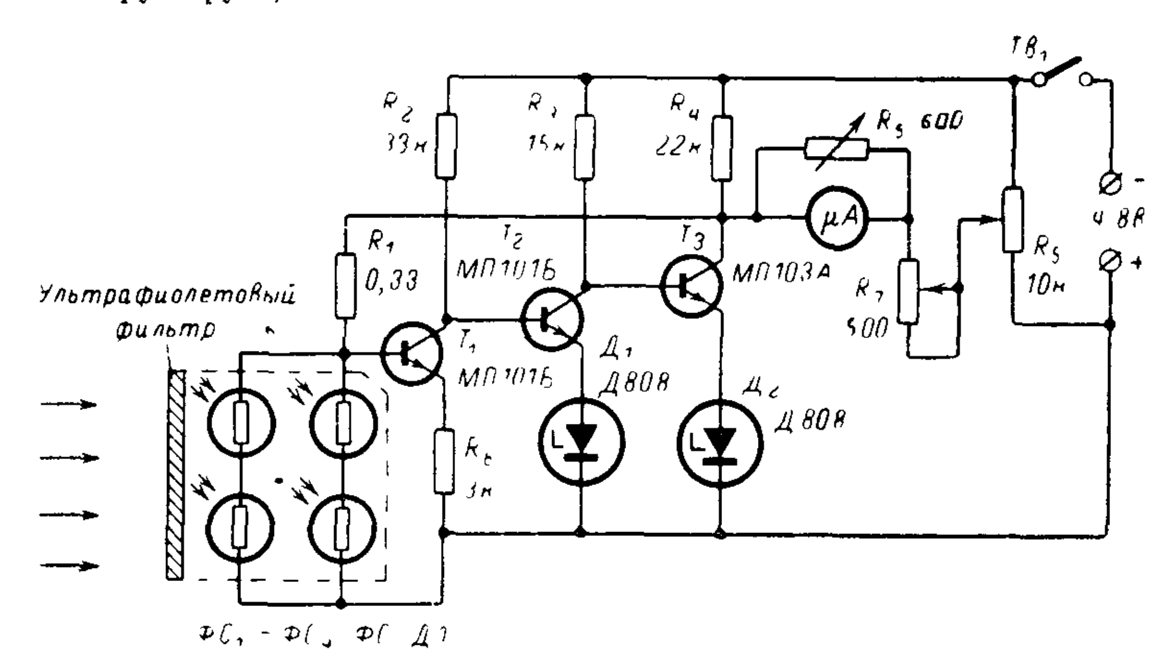


Рис. 47.

Более простая схема использования фоторезисторов в измерителе дозы ультрафиолетового облучения предложена радиолюбителем П. В. Язевым (рис. 47). Прибор состоит из датчика для преобразования дозы ультрафиолетового излучения в электрический ток и усилителя сигнала со стрелочным индикатором. Датчик представляет собой соединенные последовательно-параллельно четыре фоторезистора типа ФС-К1, заключенные в светонепроницаемый корпус с темным светофильтром, срезающим видимую часть спектра излучения. Усилитель собран на трех транзисторах. Все три транзистора охвачены глубокой отрицательной обратной связью (резистор R_1). Обратная связь стабилизирует положение рабочей точки первого транзистора. Для обеспечения стабилизации напряжения на коллекторах транзисторов T_2 и T_3 в эмиттерные цепи последних включены стабилитроны $Д_1$ и $Д_2$. Шунты, включенные параллельно стрелочному индикатору, обеспечивают возможность измерения в широких пределах. Прибор прост по конструкции и стабилен в работе.

На рис. 48,*а* изображена схема установки аварийной сигнализации влажности в кабельном канале. Авторы установки — радиолюбители С. Т. Машков и Е. В. Ланков. Датчик влажности — гигроскопический волос, удлиняясь или укорачиваясь под действием изменения влажности, передвигает связанную с ним диафрагму с двумя отверстиями, положение которых определяет необходимые пределы регулирования. В тот момент, когда одно из отверстий окажется над рабочей поверхностью одного из фотодиодов, сработает поляризованное реле P_1 и посредством своего перекидного контакта включит обмотку одного из силовых реле P_2 или P_3 (в зависимости

от того, какой из диодов оказался освещенным), которые в свою очередь включат электрический звонок и лампу сигнализации аварийного возрастания или уменьшения влажности. Несмотря на кажущуюся простоту, прибор отличается высокой чувствительностью,

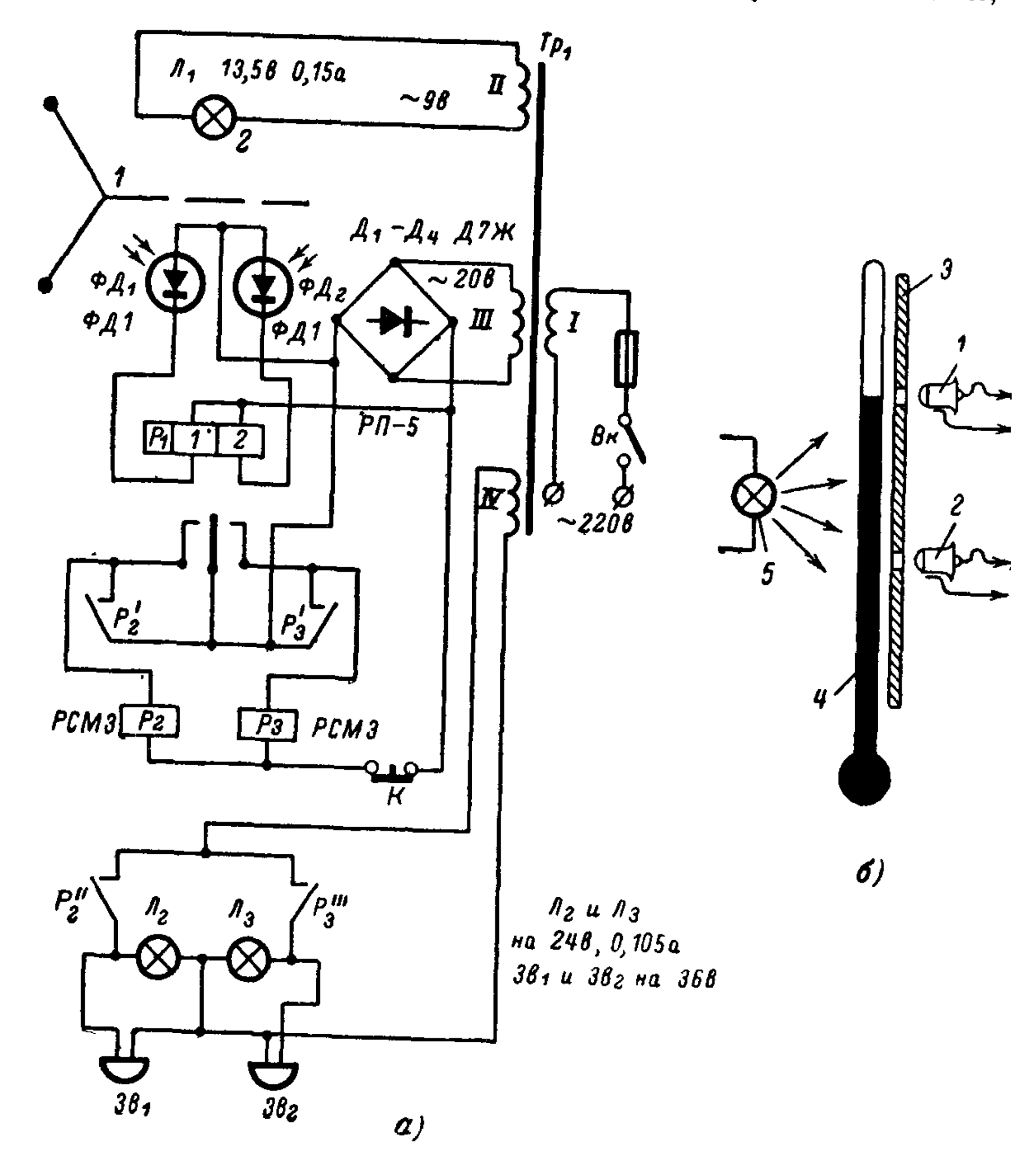


Рис. 48.

определяемой свойствами гигроскопического волоса и весом диафрагмы. Прибор данной конструкции может найти применение не только при контроле влажности в кабельном канале, но и при контроле влажности и температуры в зернохранилищах, музеях, складах и библиотеках. При этом при измерении и контроле температуры столбик ртути служит заслонкой, как показано на рис. 48,*б*, где *5* — осветительная лампа, *4* — капилляр с ртутью, *3* — диафрагма с отверстиями, *1* и *2* — фотодиоды.

Ферромагнитные преобразователи применяют при испытаниях бетонных и железобетонных конструкций, а также для исследования напряженного состояния различных материалов. В основе конструкции преобразователей лежит свойство ферромагнитных материалов менять свои магнитные свойства под действием механических напряжений. Так, у материалов с положительной магнитострикцией магнитная проницаемость в направлении растяжения увеличивается, а в направлении сжатия уменьшается. Это свойство называется **магнитоупругим эффектом**. Магнитоупругий эффект лежит в основе определения твердости магнитоупругих материалов, измерения механических напряжений в металлических конструкциях, измерения прочности практически любых материалов, как ферромагнитных, так и не обладающих ферромагнитными свойствами. Для измерения напряженного состояния таких материалов, как бетон, пласт-

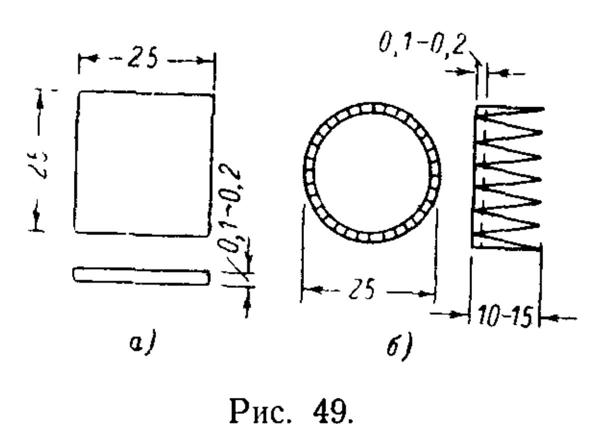


Рис. 49.

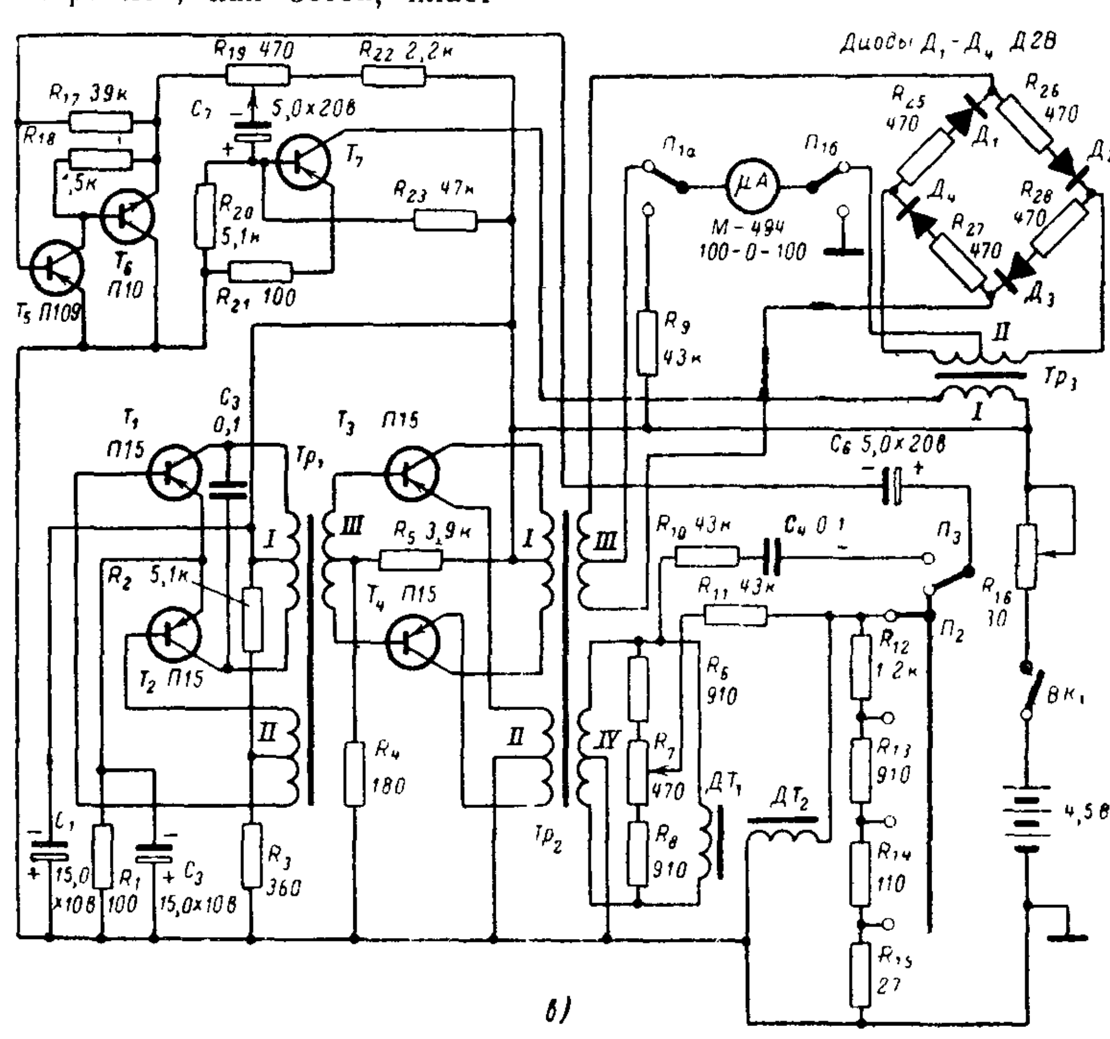


Рис. 49.

массы, дерево, полимеры, радиолюбители К. В. Качурин, В. В. Ковалев, В. П. Смитский предложили приклеивать к поверхности перечисленных материалов при изготовлении деталей пластинки

из ферромагнитных материалов, которые являются в данном случае датчиками напряженного состояния. Решение простое и остроумное. На рис. 49,*а* показана конструкция приклеиваемого ферромагнитного датчика в виде прямоугольной пластины, вырезанной из листа пермаллоя толщиной 0,1—0,2 *мм.* В качестве клея лучше применять жесткие клеи, изготовленные на основе эпоксидной смолы или карбинольного сиропа. На рис. 49,*б* изображена конструкция датчика, заделываемого внутрь материала. Применение таких простых датчиков более перспективно, чем применение тензорезисторов и индуктивных тензометров, так как позволяет избавиться от большого количества экранированных соединительных проводов и специальных схем коммутации, особенно сложных в многоканальных измерительных установках, громоздких и малонадежных в работе. Ферромагнитные преобразователи рассмотренного типа могут быть установлены в неограниченном количестве в необходимых точках контролируемого объекта. Для определения напряженного состояния в точках контроля достаточно иметь один индуктивный датчик. Датчик состоит из двух незамкнутых магнитопроводов, полюсы которых расположены крестообразно, под углом 90° друг к другу. На одном магнитопроводе намотана обмотка возбуждения, питаемая напряжением от генератора; на другом — вторичная обмотка, воспринимающая сигнал при наличии напряжения. Обмотка возбуждения намотана на сердечнике из стали ХВП, вторичная — на сердечнике из пермаллоя. Рабочая частота питающего напряжения (возбуждающего) выбрана равной 425 *гц.* Схема измерительного прибора для измерения магнитоупругого эффекта в ферромагнитных преобразователях под влиянием воздействия механических напряжений показана на рис. 49,*в*. Прибор состоит из генератора, выполненного на транзисторах T_1—T_4 по двухтактной схеме. Напряжение со вторичной обмотки трансформатора $Тр_2$ подается на возбуждающую обмотку индуктивного датчика ДТ$_1$ и на фазочувствительный детектор, выполненный на диодах $Д_1$—$Д_4$. Сигнал со вторичной обмотки датчика $ДТ_2$ который возникает при деформации пластины под воздействием механического напряжения, поступает на вход трехкаскадного усилителя, выполненного на транзисторах T_5—T_7 Усиленный сигнал со вторичной обмотки трансформатора $Тр_3$ также подается на фазочувствительный детектор. Стрелочный индикатор регистрирует ток, пропорциональный величине механического напряжения. В схеме предусмотрены цепи регулировки и проверки напряжения питания, подачи калиброванного напряжения на вход усилителя для периодической тарировки прибора.

Все трансформаторы намотаны на сердечниках из пермаллоя диаметром 25 *мм*, высотой 10 *мм* ($Тр_1$ и $Тр_3$) и 20 *мм* ($Тр_2$). Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ содержит 200×2 витков провода ПЭЛ 0,21; обмотка *II*—10×2 витков провода ПЭЛ 0,15 и обмотка *III*—60×2 витков провода ПЭЛ 0,23. Обмотка *I* трансформатора $Тр_2$ содержит 150×2 витков провода ПЭЛ 0,21; обмотка *II* — 20×2 витков того же провода; обмотка *III* — 150×2 витков провода ПЭЛ 0,12; обмотка *IV* — 50×2 витков провода ПЭЛ 0,53 Обмотка *I* трансформатора $Тр_3$ содержит 800 витков провода ПЭЛ 0,18; обмотка *II* — 250×2 витков провода ПЭЛ 0,21.

Другая конструкция датчика для определения твердости ферромагнитных материалов показана на рис. 50,*а*. Датчик состоит из двух катушек, намотанных намоткой типа «универсаль» (катушки *1* и *2*) на каркасе из эбонита или прессшпана Внутренний диаметр

каркаса равен диаметру испытуемой детали, твердость которой требуется измерить. Упрощенная схема прибора для измерения твердости изделий показана на рис. 50,*б*. Датчик прибора состоит из двух одинаковых катушек K_1 и K_2, внутрь одной из которых вставляется образец с известной твердостью, а внутрь другой — испытуемый образец. Обмотки *1* обеих катушек датчика соединены последовательно и питаются от вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$. Обмотки *2* катушек датчика включены в разные плечи измерительного моста, составленного из катушек *2* и сопротивлений R_1, R_2, R_3. Мост сбалансирован таким образом, что при отсутствии внутри катушек K_1 и K_2 сравниваемых металлических образцов сигнал разбаланса отсутствует и появляется только тогда, когда твердость образца и испытуемой детали различны. Сигнал разбаланса с измерительной диагонали моста поступает на вход фазочувствительного усилителя *1*, а с него — на исполнительное устройство *2*. По такой блок-схеме был выполнен электронный твердомер радиолюбителей Г. Г. Белоконского и В. П. Павловой.

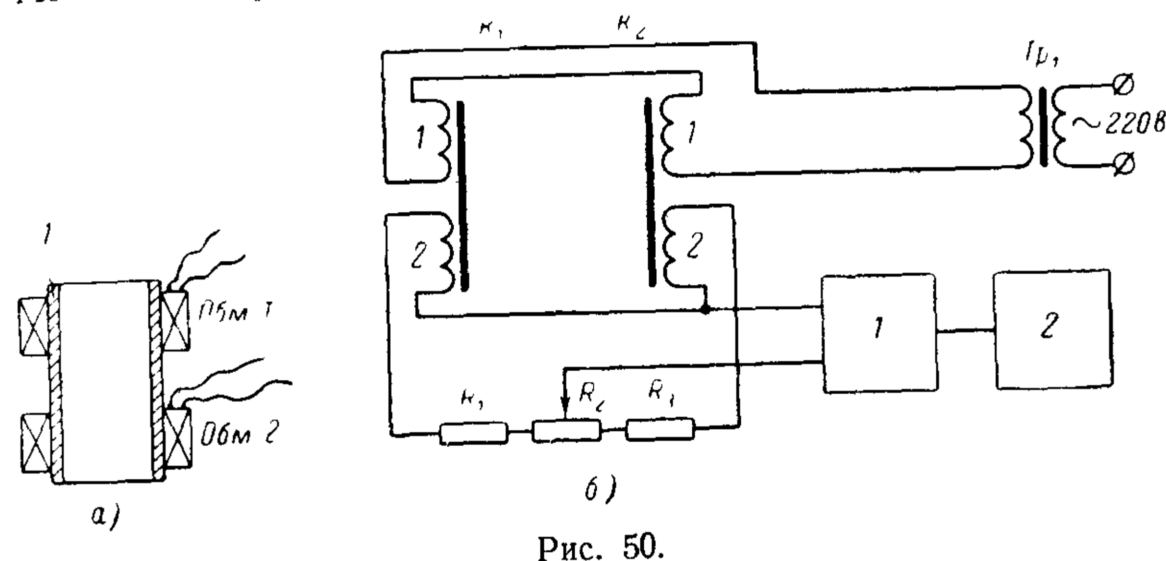


Рис. 50.

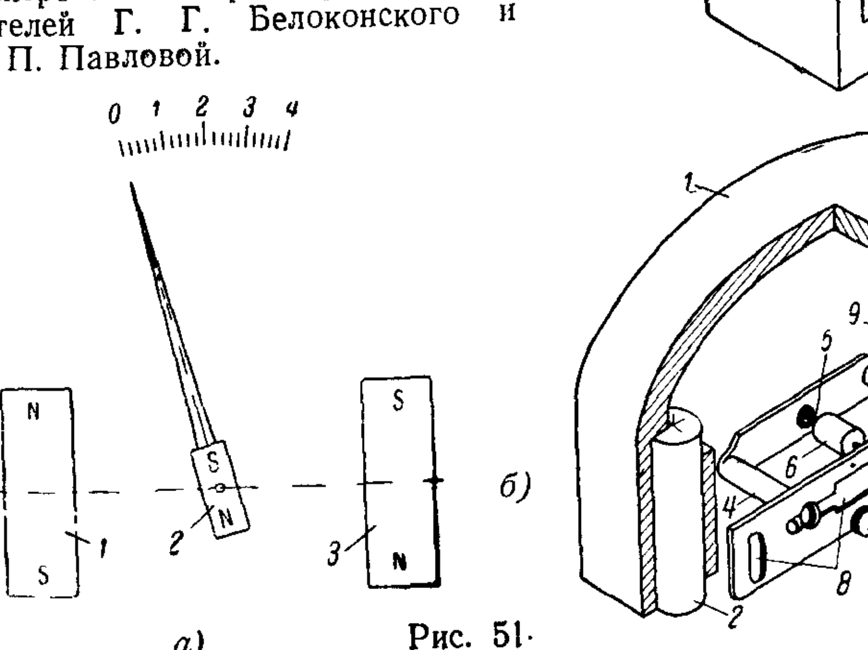


Рис. 51.

Магнитные преобразователи являются одними из наиболее простых по принципу действия и сложных по техническому исполнению. Рассмотрение их в настоящем разделе условно, так как они не преобразуют измеряемую неэлектрическую величину в электрическую, а позволяют судить о величине измеряемого параметра по отклонению магнитной стрелки, помещенной в нулевую точку постоянного магнитного поля. Схематический чертеж магнитного преобразователя конструкции радиолюбителей Р. Г. Григорьянца, В. Ф. Дудина, Л. Ф. Мажарова и Ж. И. Шаулова показан на рис. 51,*а*. В поле постоянных магнитов *1* и *3* помещен в нулевой точке постоянный магнит *2* меньших размеров со стрелкой на конце Прибор отрегулнрован так, что при отсутствии вблизи преобразователя ферромагнитных материалов стрелка стоит на нуле шкалы. Стоит к преобразователю поднести ферромагнитный материал, как стрелка отклонится, и тем больше, чем ближе к преобразователю ферромагнетик. Авторы применили свой прибор для определения защитного слоя бетона над арматурой, но он может также найти примененне для определения толщины лакокрасочных и других видов покрытий. Практическая конструкция преобразователя прибора показана на рис. 51,*б*. Она состоит из пластмассового корпуса с приливамн для постоянных цилиндрических магнитов *2*, лицевой панели *3* со шкалой *9*, элементов подвески измерительного цилиндрического магнита *6* со стрелкой с противовесом *7*. Ось магнита *6* закреплена в агатовых подшипниках *5*. Прибор настраивается на нулевую точку путем перемещения опор *4* н других в прорезях *8* (продольные и вертикальные).

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ И СЧЕТНО-РЕШАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Кибернетические и счетно-решающие устройства все чаще начинают применяться радиолюбителями. Они используют как простые схемы автоматов, построенные на реле и шаговых искателях, так и схемы на типовых логических элементах, применяемых в вычислительных машинах промышленного изготовления С некоторыми схемами автоматического управления мы познакомились в первой главе. В этой главе будут рассмотрены прииципы действия основных счетных и логических элементов и схемы их использования в электронных устройствах.

Типовые счетные и логические элементы

На рис. 52,*а* изображена схема совпадения, или схема «И», в которой появление сигнала на выходе происходит только при условии одновременного воздействия на ее входы двух или более сигналов Наиболее часто она выполняется на электронных лампах и на полупроводниковых диодах. На рис. 52,*е* показана схема «И», собранная на пентоде. Лампа $Л_1$ заперта отрицательным напряжением смещения по двум сеткам — управляющей и экранной Только при одновременном воздействии на оба входа импульсов положительной полярности иа выходе появляется отрицательный импульс напряжения.

Вариант схемы «И», выполиенный на полупроводниковых диодах, показан на рис. 52,*ж*. Когда на входе сигналы отсутствуют, через диоды течет ток от источника *E* и при этом амплитуда сигнала на выходе за счет падения напряжения на резисторе R_3 будет минимальной. При появлении сигнала на входе одного из диодов положение не меняется. Только если на оба входа одновременно будут поданы сигналы положительной полярности, диоды $Д_1$ и $Д_2$ закроются и амплитуда сигнал на выходе резко возрастет и станет равной э. д. с. источника *E*.

На рис. 52,*б* показана схема логического элемента — «НЕТ». В ней при одновременном воздействии сигналов на входы *1* и *2* сигнал на выходе отсутствует. Когда же сигнал поступает на один вход, на выходе появляется напряженне. Принципиальная схема «НЕТ» изображена на рис. 52,*з*. При наличии сигнала на одном входе — Bx_1 или Bx_2 амплитуда сигнала на выходе равна амплитуде, воздействующей на вход, так как диод $Д_3$ заперт напряжением смещения, снимаемого с источника *E*. Если сигналы воздействуют одновременно на вход *1* и *2*, срабатывает схема совпадений *1*, во втричной обмотке трансформатора $Тр_1$ появляется импульс напряжения, отпирающии диод $Д_3$, и на выходе схемы напряжение становится близким к нулю.

Еще одним элементом различных счетно-решающих устройств является схема «ИЛИ». В ней имеется несколько входов и один выход. При воздействии сигнала на любой вход на выходе появляется электрический сигнал. Блок-схема «ИЛИ» показана на рис. 52,*в*, а принципиальная — на рис. 52,*и*. Хорошая развязка между каска дами обеспечивается за счет высокого обратного сопротивления полупроводниковых диодов.

В качестве одного из элементов счетно-решающих и кибернетических устройств применяется схема электронного реле с двумя устойчивыми состояниями равновесия — триггер. Триггер используется как составной элемент счетных декад, ячеек памяти, делителей частоты н управляющих каскадов. Он представляет собой двухкаскадный усилитель, оба каскада которого охвачены глубокой обратной связью. Условное изображение триггера показано на рис. 52,*г*. Это система, имеющая два входа и два выхода. Переход из состояния «0» в состояние «1» происходит мгновенно, в доли или единицы микросекунды под действием импульса или перепада напряжения, подаваемого на вход. На рис. 52,*к* показан триггер, выполненный на двойном триоде. Резисторы R_1, R_6 и конденсаторы C_1, C_2 служат элементами положительной обратнои связи. Обычно все элементы триггера, стоящие в симметричных цепях, равны. При подаче анодного напряжения через одну половину лампы, например правую, начинает протекать ток и к обеим сеткам лампы будет приложено отрицательное напряжение смещения с резистора R_3. Это напряжение у сетки правой (открытой) половины лампы компенсируется положительным перепадом напряжения, снимаемым с анода закрытой половины лампы через делитель R_7, R_6. Чтобы перевести лампу в другое устойчивое положеиие, достаточно на сетку закрытой половины лампы подать положительный импульс напряжения, который откроет левую половину лампы. На аноде открытой лампы возникнет отрицательный перепад иапряжения, который через делитель R_7, R_6 поступит на сетку правой половины лампы, и она закроется. Лампа переходит в другое устойчивое положение. Процесс происходит лавинообразно.

Триггеры могут быть выполнены на транзисторах, на тунельных диодах, на тиратронах с холодным катодом и других элементах, обладающнх релейными характеристиками. В практике широко при-

меняют схемы несимметричных триггеров, триггеров с одним устойчивым положением равновесия, динамических триггеров и многих других, с принципом действия которых мы ознакомимся при разборе схем конкретных приборов.

На рис. 52,*д*, *л* показана схема дешифратора, поясняющая, как можно комплексно использовать типовые элементы вычислительных устройств. В нее входят диодная матрица и трехразрядный двоичный счетчик. С помощью матрицы можно расшифровать восемь положений (состояний) трехразрядного счетчика из трех триггеров. Матрица состоит из восьми выводных линеек и шести вводных. Каждая линейка представляет собой схему совпадений с тремя входами, выполненную на диодах. Сигнал на выходе такой схемы появляется только при одновременном воздействии на входы трех сигналов, которые снимаются с соответствующих плеч триггеров при подаче на вход первого определенного количества импульсов. Так, на выходе соответствующих линеек матрицы появляются сигналы при воздействии одного, двух, трех, ..., восьми импульсов на вход двоичного трехразрядного счетчика. Схемы дешифраторов широко используются в коммутационных и управляющих автоматических устройствах. На их выходе обычно включают электронные реле, управляющие работой цифропечатающих электромеханических устройств или других исполнительных механизмов.

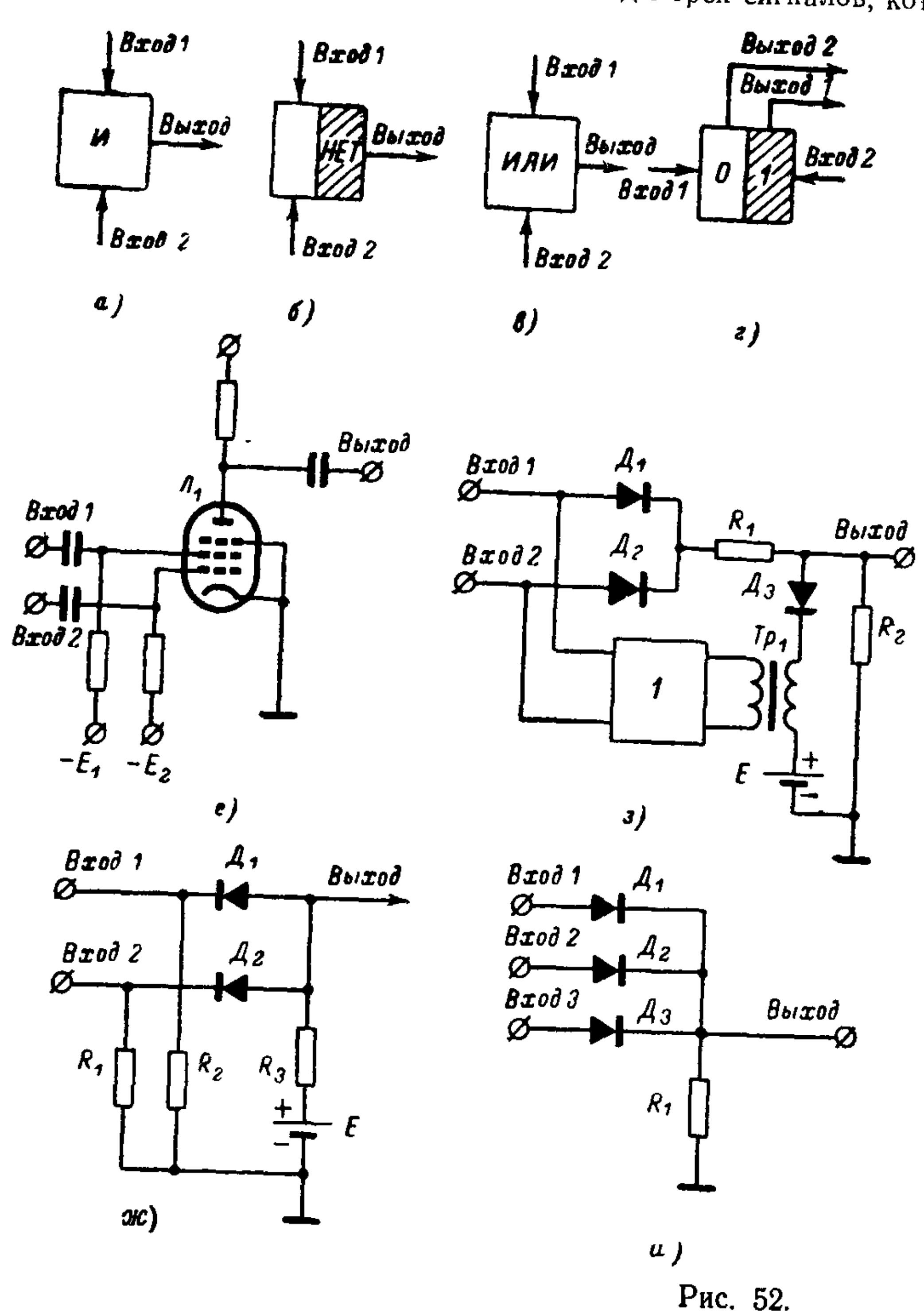


Рис. 52.

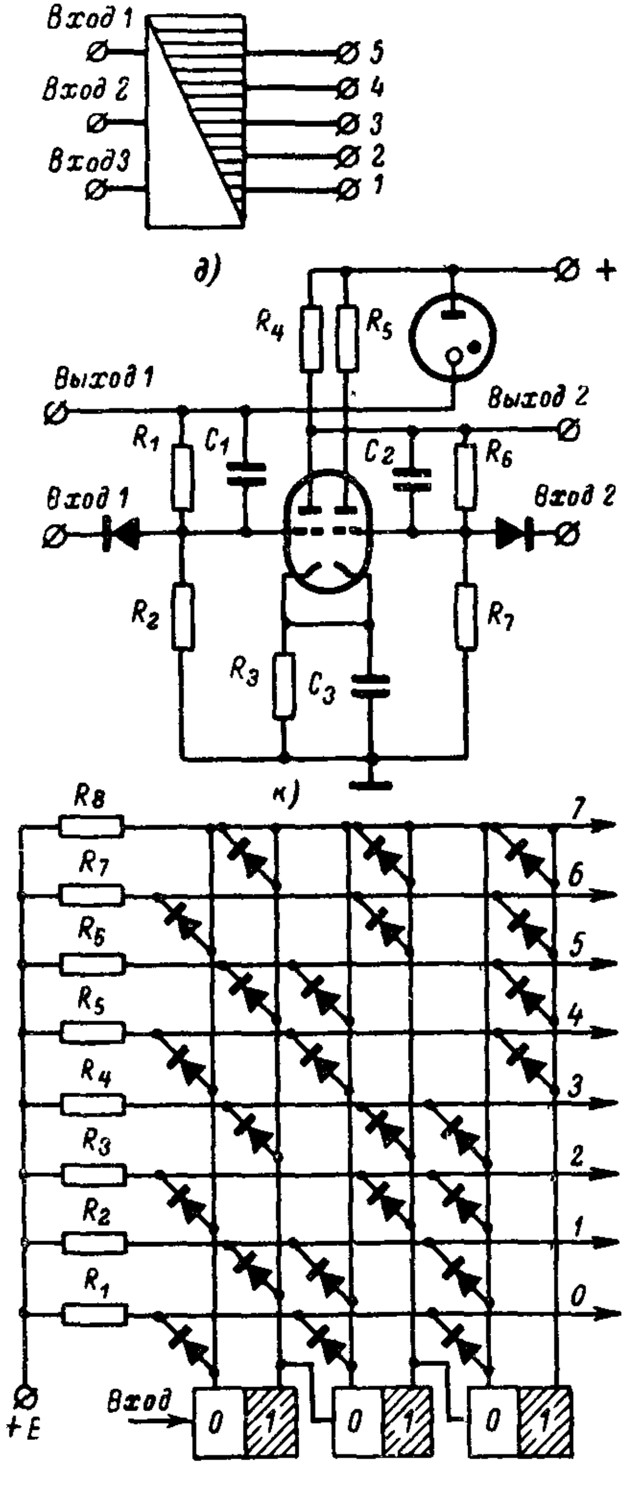
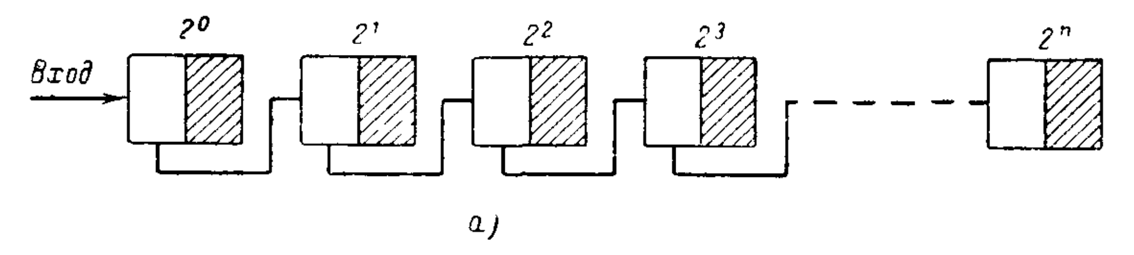
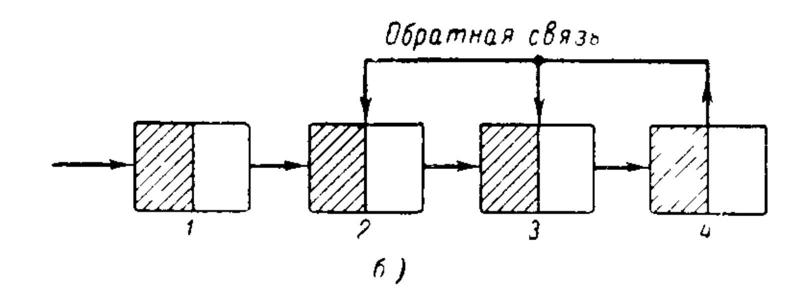


Рис. 52.

Устройства счета импульсов

Принцип действия многоразрядных двоичных счетчиков можно уяснить из блок-схемы счетчика, изображенной на рис. 53,*а*. Счетчик состоит из нескольких последовательно соединенных триггерных ячеек, которые могут быть выполнены подобно изображенной на рис. 52,*к*. Количество ячеек определяет число разрядов. В начальный — нулевой — момент левые половины триггерных ячеек открыты, а правые закрыты. К аноду правой половины лампы триггера подключена неоновая лампа, служащая индикатором рабочего состояния





схемы. В нулевом положении правая половина лампы закрыта и неоновая лампа не горит. При появлении на входе первого триггера импульса его правая половина откроется и загорится неоновая лампочка. Это положение будет соответствовать счету «1». Последующие триггерные ячейки остаются без изменения, так как для их переброса необходимо на вход следующей ячейки подать отрицательный импульс или перепад напряжения, который возникает при переходе лампы из закрытого в открытое состояние. Обычно в двоичных счетчиках импульс для запуска последующих триггерных ячеек снимается с анодов левых половин ламп. Поэтому при переходе левой половины лампы из открытого в закрытое состояние на ее аноде выделится положительный перепад напряжения, который не

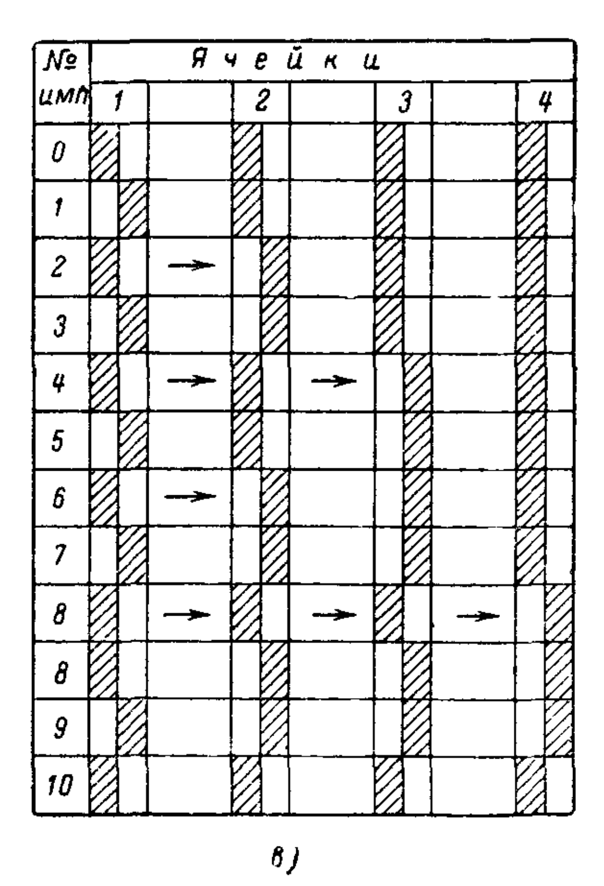


Рис. 53.

производит никакого воздействия на последующие каскады При появлении следующего импульса первый триггер вернется в исходное состояние, неоновая лампа погаснет, второй триггер перебросится и загорится его неоновая лампа, соответствующая регистрации цифры 2. Третий импульс снова перебросит первый триггер, загорится неоновая лампа первого триггера и будет продолжать гореть лампа второго. Таким образом, суммируя разряды (первая лампа соответствует цифре *1*, а вторая — цифре *2*), получим цифру *3*, что соответствует регистрации трех импульсов. Четвертый импульс переведет первый и второй триггеры в исходное состояние, но при этом перебросит и третий триггер. Загорится неоновая лампа только третьего триггера, соответствующая цифре *4*. Аналогичным образом будет происходить процесс регистрации и остальных импульсов. При двоичной системе счисления первый триггер регистрирует единицы импульсов, т. е $2^0=1$, второй триггер регистрирует $2^1=2$ — двойки импульсов. Третий триггер — $2^2=4$ — четверки импульсов, четвертый — $2^3=8$ — восьмерки импульсов и г. д. Максимальная емкость счета определяется количеством разрядов, т. е. количеством триггеров. На триггерных ячейках можно построить пересчетные ячейки для счета импульсов в десятичной системе. Они более удобны при обработке результатов, но сложнее по конструкции, так как для создания одной ячейки десятичной системы требуется четыре триггерные ячейки.

Блок-схема такой десятичной пересчетной ячейки показана на рис. 53,*б*. Она состоит из четырех триггеров, соединенных последовательно, причем три последние из них охвачены обратной связью. За счет этой обратной связи последняя триггерная ячейка считает не каждый 16-й импульс, как в двоичном счетчике, а каждый 10-й. Принцип действия пересчетной декады (пересчетная схема на 10) легко уяснить из диаграммы, приведенной на рис. 53,*в*. Заштрихованные клетки соответствуют закрытому положению соответствующей половины лампы, незаштрихованные — открытому. Принципиальная схема пересчетной декады со скоростью счета импульсов не ниже 1 *мгц* показана на рис. 54. В начальном состоянии левые лампы триггерных ячеек закрыты, а правые открыты. Неоновые сигнальные лампы погашены.

При приходе на сетку левой половины лампы первой ячейки импульса отрицательной полярности триггер опрокидывается и загорается неоновая лампа $Л_5$, соответствующая индикации первого импульса, На аноде правой половины лампы выделяется положительный перепад напряжения, который не оказывает воздействия на последующие каскады и они остаются в исходном состоянии. При приходе второго импульса первая ячейка перебрасывается в исходное состояние, лампа $Л_5$ гаснет, загорается лампа $Л_6$, соответствующая приходу второго импульса, вторая ячейка (лампа $Л_2$) перебрасывается. Остальные ячейки остаются в исходном состоянии, так как на аноде правой половины лампы $Л_2$ образуется положительный перепад напряжения.

Третий импульс опрокидывает только первую ячейку, так как на выходе правой половины лампы, как и при подаче первого импульса, возникает положительный перепад напряжения. При этом загорается неоновая лампа $Л_7$.

Четвертый импульс опрокидывет первую и третью ячейки и зажигает неоновую лампу $Л_8$. Пятый — только первую ячейку и зажигает неоновую лампу $Л_9$. Шестой опрокидывает первую и вторую

ячейки и зажигает лампу $Л_{10}$. Седьмой — опрокидывает первую ячейку и зажигает лампу $Л_{11}$. Восьмой импульс опрокидывает первую, вторую, третью и четвертую ячейки. При опрокидывании четвертой ячейки за счет обратной связи одновременно еще раз опрокидываются вторая и третья ячейки. На диаграмме (рис. 53,*в*) для иллюстрации этого восьмому импульсу соответствуют две строчки. При приходе восьмого импульса загорается лампочка $Л_{12}$. Это дополнительное опрокидывание второй и третьей ячеек за счет действия обратной связи равносильно воздействию на вход схемы как бы дополнительных шести импульсов. Для того чтобы схема вернулась в исходное состояние, необходимо еще воздействие двух импульсов, так как четыре последовательно соединенных двоичных

Рис. 54.

элементов, как было показано выше, возвращаются в исходное состояние при воздействии шестнадцати импульсов на вход. Девятый импульс перебрасывает первую ячейку и включает лампу $Л_{13}$. Десятый импульс перебрасывает первую, вторую, третью и четвертую ячейки, и схема возвращается в исходное состояние. Полупроводниковые диоды, стоящие в сеточных цепях, служат для обеспечения требуемого быстродействия и предохраняют схему от ложных срабатываний, так как отрицательные импульсы воздействуют только на сетки открытых половин ламп.

Неоновые лампы $Л_5$—$Л_{14}$ включены по интерполяционной схеме попарно-последовательно и свободными концами подсоединены к двум общим шинам, одна из которых соединена с анодом левой

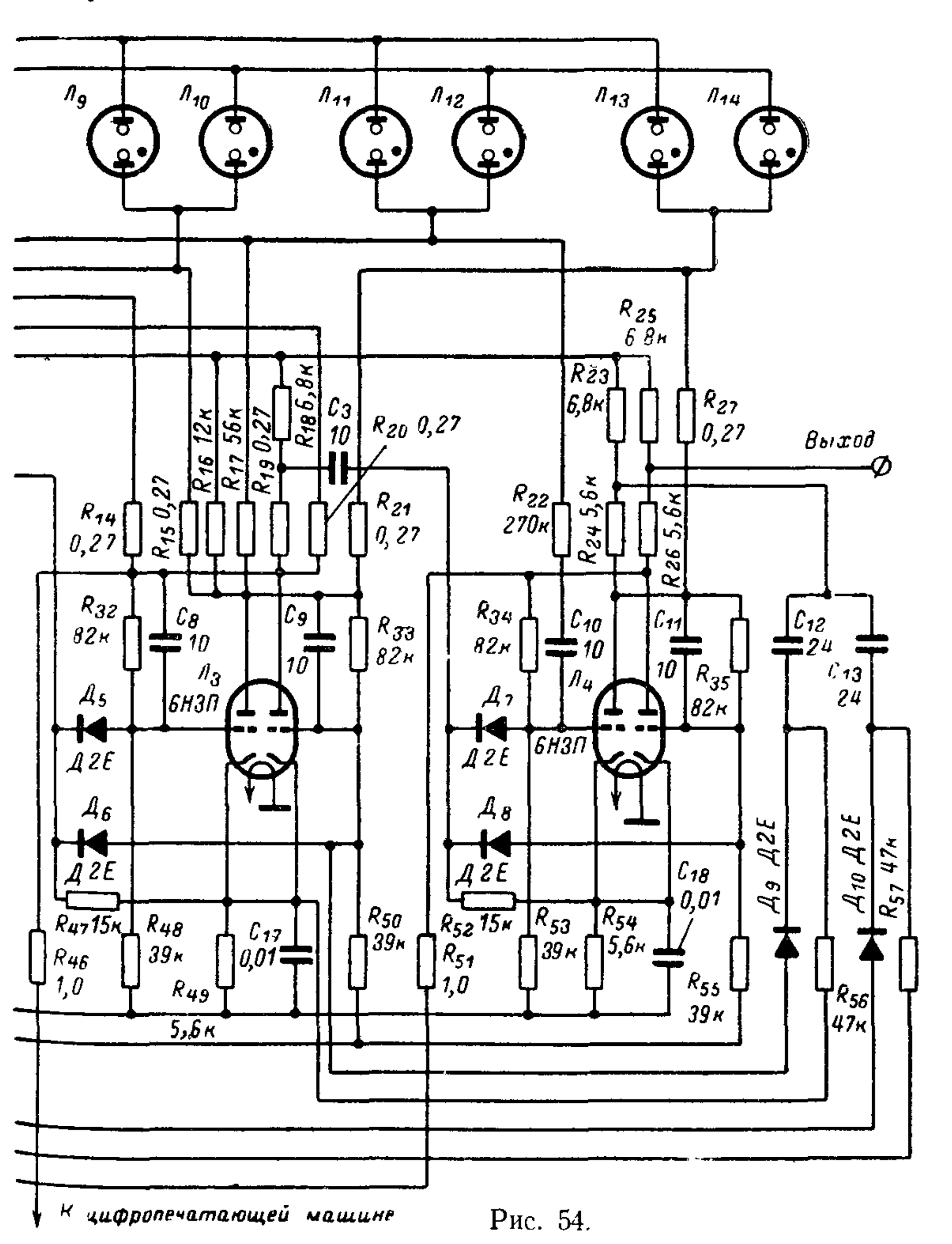


Рис. 54.

половины лампы первого триггера, а вторая — с анодом правой половины. Средние точки пар ламп подключены через резисторы R_{13} и R_{20}, R_7 и R_{14}, R_{12} и R_{15}, R_9, R_{17} и R_{22}, R_{21} и R_{27} с соответствующими анодами половин триггеров, находящимися в открытом состоянии в момент прихода импульсов, порядковые номера которых соответствуют номерам, подсвечиваемым неоновыми лампами. Такая схема включения индикаторных ламп наиболее простая, так как не требует применения дешифратора и других специальных устройств.

Для приведения схемы в рабочее состояние перед началом счета предусмотрена кнопка с нормально замкнутыми контактами «сброс». Для «сброса» достаточно отсоединить от земляной шины (корпуса) резисторы R_{40}, R_{45}, R_{50}, R_{55}. Схемы пересчетных декад могут быть выполнены на транзисторах, тиратронах с холодным катодом и других электронных элементах. Схема пересчетной декады на частоту

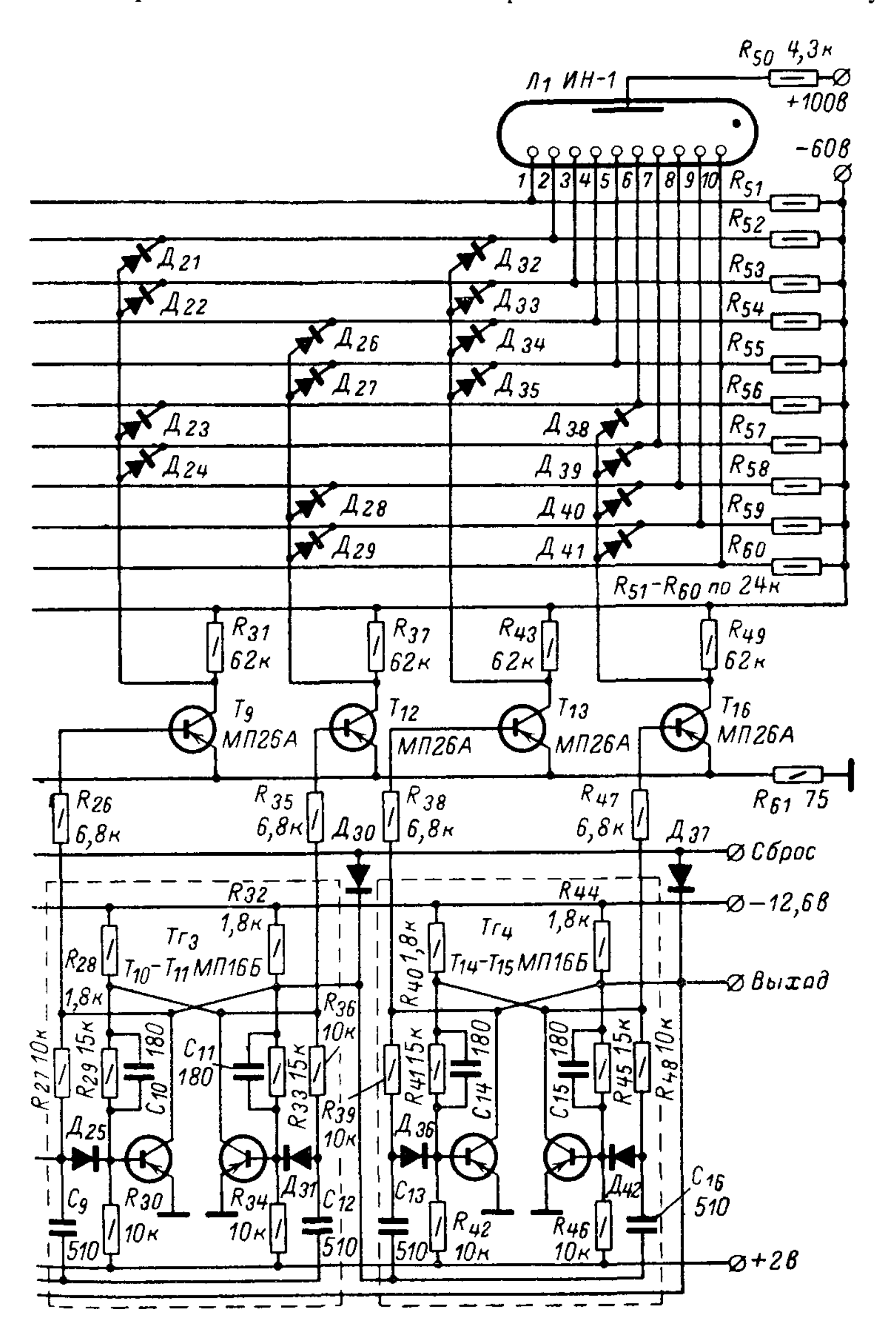


Рис. 55.

счета 250 *кгц* конструкции радиолюбителя К. Тычино изображена на рис. 55. Как и рассмотренная выше декада, она состоит из четырех триггеров, соединенных последовательно и охваченных обратной связью. Схема запускается импульсами положительной полярности амплитудой 6 *в* при крутизне переднего фронта импульса не более 100 *мксек*.

Мы не будем рассматривать подробно работу схемы пересчетного блока, так как она мало чем отличается от работы пересчетных декад с обратными связями, построенными на лампах. Принципиальное отличие схем на рис 54 и 55 в системах индикации В пересчетной декаде конструкции Тычино для индикации применены цифровая неоновая лампа типа ИН-1. Напряжение на электроды цифровой лампы подается через дешифратор. В схеме применен дешифратор с восемью входами и десятью выходами. Матрица выполнена на 30 диодах типа Д9Ж. Сигналы с коллекторов соответствующих транзисторов триггерных ячеек подаются через согласующие каскады, выполненные на транзисторах T_1, T_4, T_5, T_8, T_9, T_{12}, T_{13}, T_{16} типа МП-26А по схеме ключей Схема дешифратора составлена таким образом, что соответствующее напряжение питания подается посредством общих шин раздельно на четные и нечетные цифры. При этом отдельные цифры индикаторной лампы загораются только тогда, когда их шина соединена с коллекторами запертых транзисторов — ключей, и гаснут, когда их шина соединена с коллекторами открытых ключей Так, при свечении цифры 2 необходимо погасить остальные четные цифры — 0, 4, 6, 8. Для этого электроды неонового индикатора соединяются через диоды $Д_{15}$, $Д_{26}$, $Д_{38}$, $Д_{40}$ с коллекторами открытых ключей — транзисторов T_5, T_{12}, T_{16}

Аналогичным образом происходит процесс при индикации нечетных цифр.

Декатроны

Большая потребность в десятичных пересчетных устройствах привела к значительному упрощению их конструкций, уменьшению габаритов и созданию специальных счетных ламп — декатронов. Декатроны — это многоэлектродные газонаполненные лампы с холодным катодом тлеющего разряда, предназначенные для счета числа импульсов и бесконтактной коммутации электрических цепей. Схемы счета и индикации объединены в них в одном баллоне. По способу запуска различают двух- и одноимпульсные декатроны, по назначению — счетные и коммутаторные По своим техническим показателям и экономичности они намного превосходят счетные декады, рассмотренные выше, уступая им только в разрешающем времени. Максимальная скорость счета декатронов не превышает 100 *кгц*. Средняя потребляемая мощность декатрона составляет 0,6 *вт* при токе нагрузки 1,5 *ма*. Современные пересчетные схемы обычно строятся таким образом, что входные декады, рассчитанные на большое быстродействие, выполняются на триггерных ламповых или транзисторных ячейках, а последующие каскады — на декатронах.

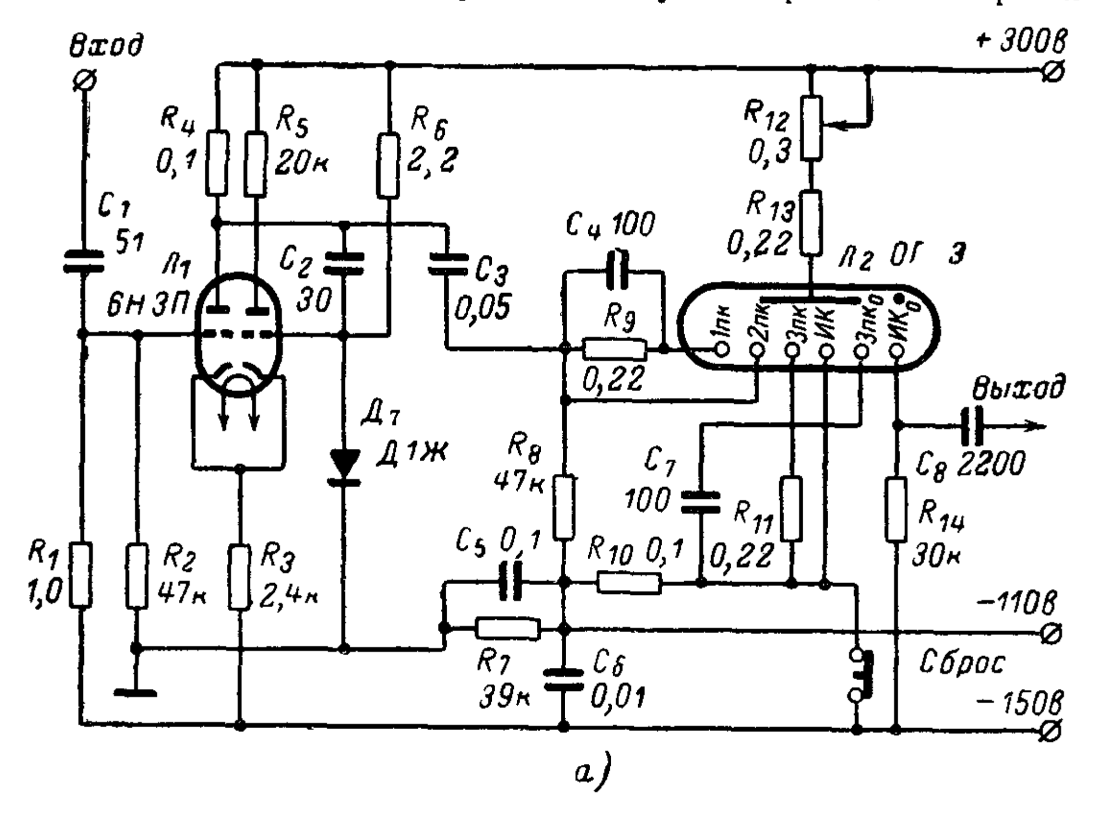
На рис. 56,*а* изображена схема включения одноимпульсного декатрона типа ОГ-3. Она состоит из блока формирования импульса запуска необходимых длительности и амплитуды, собранного на лампе $Л_1$, и собственно схемы включения декатрона. Декатрон представляет собой стеклянный баллон, внутрь него помещен круглый дисковый электрод — анод, вокруг которого расположены 40 штыревых электродов, разбитых на 10 групп по четыре электрода в каждой. Эти электроды называются: индикаторный катод *ИК*, первый подкатод 1 *пк*, второй подкатод 2 *пк*, третий подкатод 3 *пк*. Все электроды одного названия соединены общими кольцевыми шинами, концы от которых выведены на цоколь под ламповую панель октальной серии. Исключение составляют два электрода, получившие самостоятельные названия: нулевой индикаторный подкатод ($ИК_0$) и нулевой третий подкатод (3 $пк_0$). Эти электроды имеют самостоятельные выводы и служат отсчетными точками.

Как видно из схемы включения, потенциал подкатодов *1* и *2* ниже потенциала подкатода *3* на 40 *в* (относительно анода). В начальный момент времени (после нажатия кнопки «Сброс») тлеющий разряд имеется только между анодом и нулевым индикаторным катодом. При приходе на первый подкатод отсчетного импульса отрицательной полярности и амплитудой 110 или 150 *в* потенциал первого подкатода (относительно анода) становится выше потенциала индикаторного катода и зона разряда переходит с нулевого индикаторного катода на первый подкатод. При этом вследствие протекающего через резистор R_9 тока заряжается конденсатор C_4 и тем самым снижается потенциал первого подкатода относительно второго. Зона разряда переходит на второй подкатод. В момент прекращения действия отсчетного импульса, длительность которого для данного типа декатрона не может быть больше 22 *мксек*, потенциал первого и второго подкатодов снова становится меньше потенциалов третьего подкатода и индикаторных катодов (благодаря напряжению смещения) и разряд переходит на третий подкатод. Но в цепи третьего подкатода имеется конденсатор C_7, заряжающийся от протекания тока по резистору R_{11}. Заряд этого конденсатора снижает потенциал третьего подкатода относительно индикаторного катода, и разряд переходит на ближайший к исходному индикаторный катод. С приходом следующего импульса процесс повторяется. В момент прохода разряда через нулевой индикаторный катод (десятый по счету импульс) на резисторе R_{14} выделится отсчетный импульс напряжения. Кроме того, отсчет порядкового номера зарегистрированного импульса можно вести по положению горящей точки, видной в верхней части стеклянного баллона декатрона. Сброс показаний декатрона происходит путем разрыва цепи питания индикаторных катодов, как показано на рис. 56,*а*.

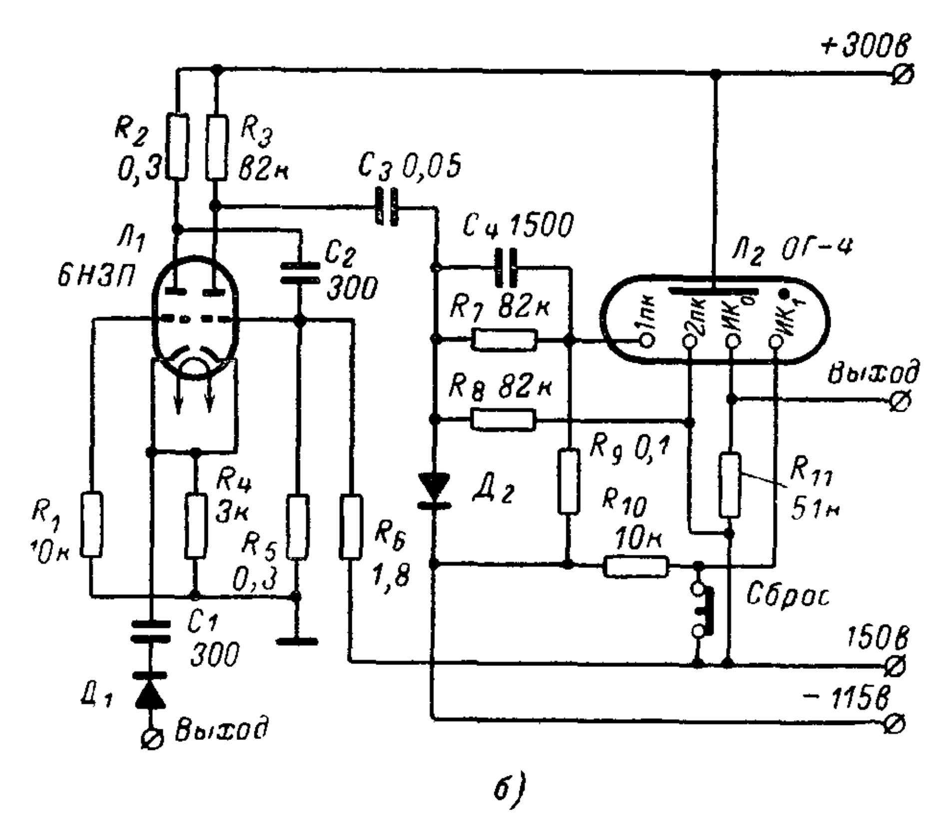
На рис. 56,*б* изображена схема включения двухимпульсного декатрона типа ОГ-4. От декатрона ОГ-3 этот декатрон отличается меньшим количеством электродов и несколько другим принципом действия Кроме того, схема двухимпульсного декатрона позволяет осуществлять реверсивное движение разрядной зоны (по часовой стрелке и против), давая возможность как складывать, так и вычитать показания счетчика. В двухимпульсном декатроне имеется круглый дисковый анод, вокруг которого симметрично расположены 30 катодов (штыревых электродов), разбитых на 10 групп по три электрода в каждой. Эти электроды называются: индикаторный катод, первый подкатод и второй подкатод. Нулевой индикаторный катод имеет отдельный вывод.

Импульс от нормализатора, собранного на лампе $Л_1$, поступает на вход декатрона, где он разделяется реостатно-емкостными элементами схемы на два импульса, сдвинутые на время, равное нескольким микросекундам. Первый импульс, попадая на первый подкатод, поднимает его потенциал относительно горящего индика-

торного катода, и зона тлеющего разряда переходит на первый подкатод. В это время на второй подкатод поступает второй импульс, и процесс повторяется. После того как действие импульсов прекратится, потенциалы первого и второго подкатодов станут ниже потенциала индикаторных катодов вследствие подачи положительного смещения 35 *в*, и разряд перейдет на ближайший индикаторный катод. С приходом следующего импульса процесс повторится



а)



б)

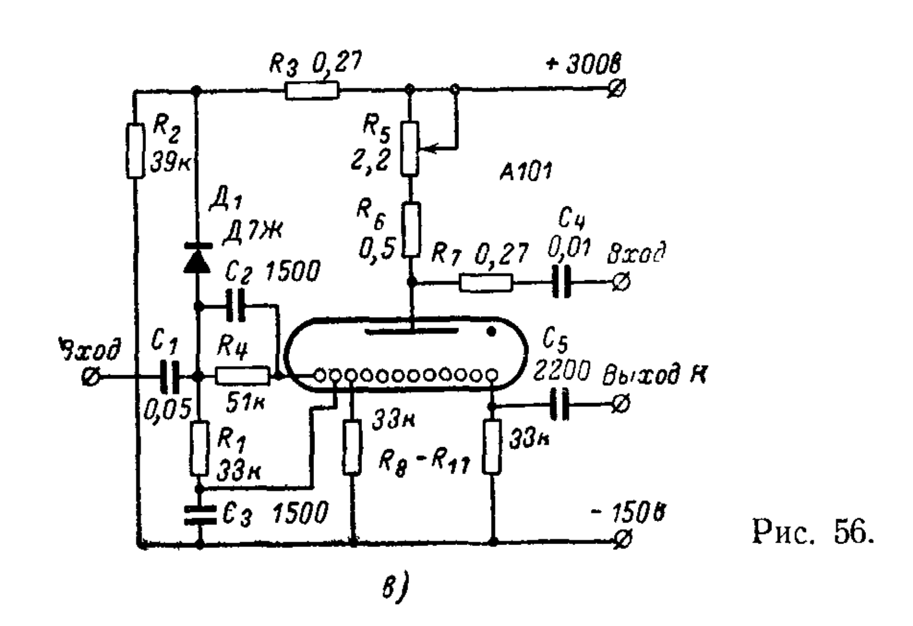
Рис. 56.

В зависимости от того, на какой из подкатодов будет первым подаваться считаемый импульс, перемещение зоны тлеющего разряда будет происходить в ту или другую сторону.

На рис. 56,*в* изображена схема коммутаторного декатрона типа А-101. От декатрона ОГ-4 он отличается только тем, что в нем каждый индикаторный катод имеет самостоятельный вывод. Если теперь к каждому резистору, стоящему в цепи индикаторного катода, подсоединить коммутируемый источник, то на него в момент попадания на этот катод разряда будет поступать управляющий импульс. Кроме того, при подаче на анод декатрона (*Вх. К*) периодического сигнала в цепи горящего катода будет выделяться сигнал той же периодичности. Это дает возможность использовать коммутаторный декатрон для опроса счетных декад и других аналогичных целей.

Счетные устройства на декатронах обладают большими преимуществами по сравнению с декадами, построенными на электронных лампах и на транзисторах. Они легко воспроизводимы, при сборке не требуют наладки, схемы, построенные на них, компактны и экономичны. Применение декатронных счетных блоков совместно с расширителями временных интервалов или делителями частоты позволяет создавать надежные устройства для счета импульсов в широком диапазоне частот. При последовательном соединении нескольких декатронов схема их включения упрощается, так как формирующее устройство ставится только перед первым декатроном. Между остальными декатронами достаточно ввести усилительные каскады для усиления сигналов, снимаемых с нулевых индикаторных катодов. Дополнительного формирования сигнала при этом не требуется.

Мы рассмотрели основные элементы, используемые для построения схем счетно-решающих и кибернетических устройств. Наиболее освоенной радиолюбителями областью применения элементов вычислительной техники является создание различных счетчиков импульсов как на пересчетных декадах, так и на декатронах. Использование логических элементов пока еще ограничено.



в)

Рис. 56.

Примеры радиолюбительских установок

Перейдем к рассмотрению конкретных схем радиолюбительских приборов На рис 57,*а* изображена блок схема прибора А Выжевского для измерения емкостей и сопротивлений Прибор состоит из схемы сравнений напряжений *1*, генератора импульсов высокой частоты следования *2*, схемы временных ворот *3*, счетного блока *4* и блока индикации *5* Схема временных ворот состоит из управляющего элемента — триггера и каскада совпадении Она пропускает импульсы с генератора *2* только в тот момен когда триггер находится в рабочем положении Это положение возникает в момент нажатия кнопки $КН_1$ При этом временные ворота открыты и импульсы с генератора *2* проходят на счетный блок *4* и регистрируются блоком индикации *5* В момент нажатия кнопки $КН_1$ начинает заряжаться конденсатор *С* через резистор *R* Когда потенциал на обкладках конденсатора *С* достигнет определенной величины, определяемой настройкой схемы сравнения напряжений *1*, на ее выходе появится импульс напряжения, который перебросит триггер в нерабочее положение и временные ворота закроются Число зарегистрированных при этом блоком индикации *5* импульсов будет определяться постоянной времени зарядной цепи, равной произведению *RC* и может быть найдено из соотношения

$$N - fRC$$

где f — частота следования импульсов с генератора, N — число импульсов, зарегистрированных блоком индикации Частота следования импульсов f — обычно величина постоянная Поэтому, задаваясь известным R при неизвестном C (или наоборот), можно по числу зарегистрированных импульсов определить неизвестный параметр

$$C_x = \frac{N_1}{fR} = k_1 N_1, \quad R_x - \frac{N_2}{fC} - k_2 N_2$$

где N_1 — число импульсов, зарегистрированных при измерении емкости, N_2 — число импульсов, зарегистрированных при измерении сопротивления, k_1 и k_2 — постоянные коэффициенты Практическая схема прибора без счетного блока и без блока индикации изображена на рис 57,*б* Генератор импульсов высокой частоты следования состоит из кварцевого генератора, вырабатывающего синусоидальное напряжение частотой 100 *кгц*, и формирующего каскада Кварцевый генератор собран на транзисторе T_1 по типовой схеме Формирующий каскад выполнен по схеме триггера с одним устойчивым положением равновесия на транзисторах T_2 и T_3 Прямоугольные импульсы с коллекторной нагрузки транзистора T_3 поступают на вход схемы совпадений, собранной на транзисторе T_4 Схема пропускает импульсы на счетный блок только в тот момент, когда на базу транзистора T_4 через резистор R_{14} с управляющего триггера поступает напряжение порядка 1 *в* Триггер собран на транзисторах T_6 и T_6 по схеме с постоянным смещением Для того чтобы подготовить схему к измерению, достаточно отсоединить базу транзистора T_5 от источника запирающего напряжения — нажать на кнопку «Сброс» Схема сравнения напряжений состоит из диода $Д_6$ и блокинг генератора, выполненного

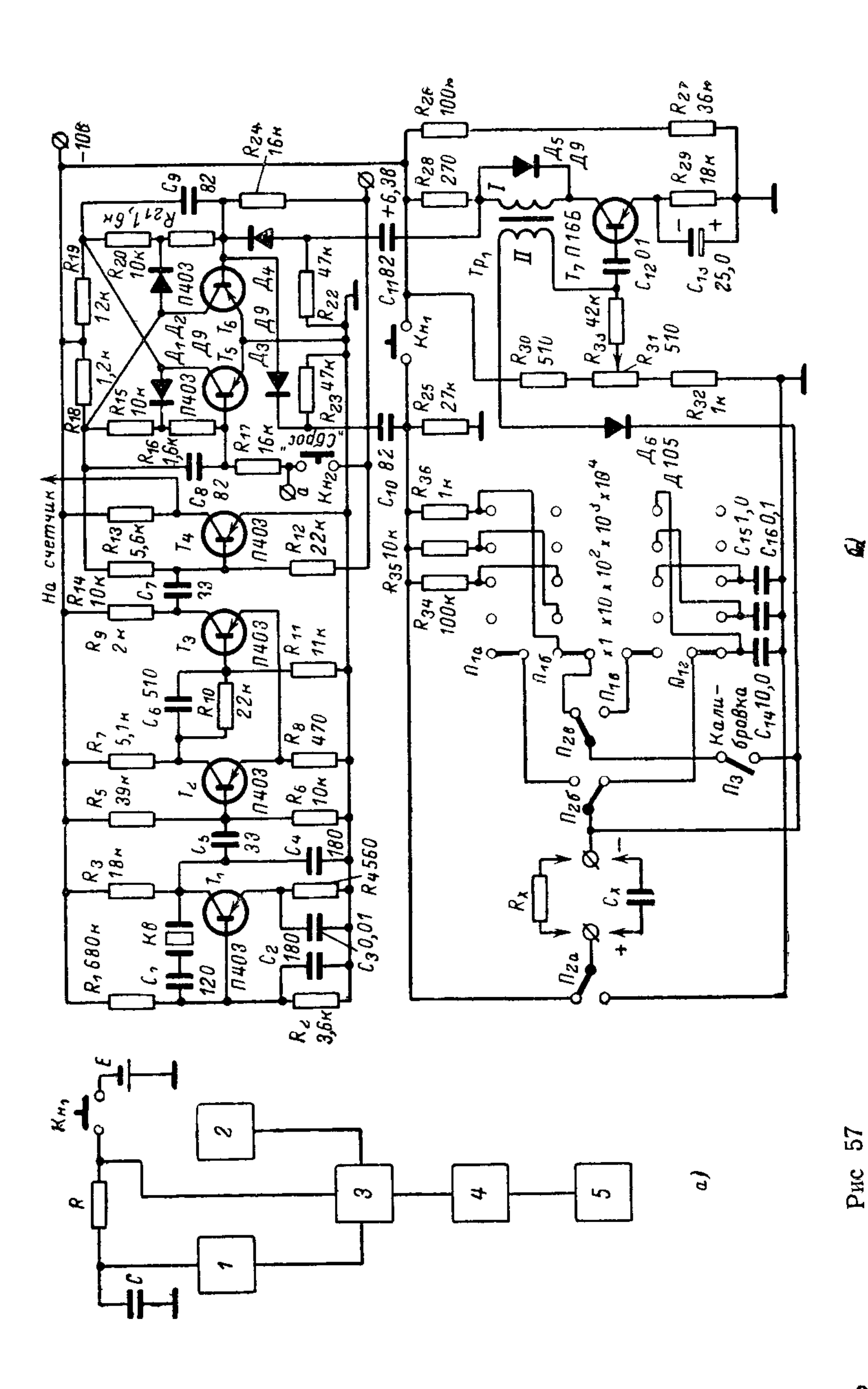


Рис 57

на транзисторе T_7. В исходном состоянии диод $Д_6$ заперт напряжением, снимаемым с делителя напряжения, с подвижного движка потенциометра R_{31}. Это напряжение поступает на диод через резистор R_{33} и вторичную обмотку трансформатора $Тр_1$.

При нажатии кнопки $КН_1$ конденсатор C_{14} начинает заряжаться через измеряемое сопротивление R_x от источника питания схемы (—10 *в*). Одновременно импульс напряжения —10 *в* через дифференцирующую цепочку $C_{10}R_{23}$ и диод $Д_3$ перебрасывает триггер в рабочее положение. Счетный блок начинает считать импульсы, поступившие с генератора Когда напряжение на обкладках конденсатора C_{14} достигнет величины запирающего диод $Д_6$ напряжения, последний откроется, через вторичную обмотку трансформатора $Тр_1$ пойдет ток, произойдет блокинг-процесс. Импульс напряжения с блокинг-генератора через дифференцирующую цепь $C_{11}R_{22}$ и диод $Д_4$ попадет на базу транзистора T_6, и триггер вернется в исходное состояние. Поступление импульсов на счетный блок прекратится. Зарегистрированное количество импульсов будет соответствовать величине измеренного сопротивления. При измерении величин емкостей процесс происходит аналогично, только будет измеряться время заряда неизвестной емкости через известное сопротивление. Необходимая коммутация цепей осуществляется переключателями $П_1$ и $П_2$. Автор предусмотрел возможность периодической проверки своего прибора — калибровки. Для этого с помощью выключателя $П_3$ производится измерение известных сопротивлений и емкостей, подбором которых осуществляется установка необходимых диапазонов измерения.

Рассмотренная схема может найти широкое применение в различных автоматических устройствах, принцип действия которых основан на измерении сопротивлений (тензорезисторов, терморезисторов и других), а также измерении емкостей емкостных датчиков. Правда, при использовании прибора для более тонких практических применений придется использовать быстродействующее устройство для сравнения напряжений и высокочастотный генератор импульсов. Счетчики импульсов с регистрирующим устройством могут быть построены на элементах счетной техники, рассмотренных выше (кольцевые пересчетные декады, декатроны). Промышленность выпускает стандартные пересчетные установки со скоростью счета до 10 *мгц* и емкостью запоминающего устройства до 10^7 импульсов. Наиболее распространенные пересчетные устройства — это блоки ПП-6, ПП-7, ПС-100, ПС-10000 и другие. При правильно выполненном монтаже и соответствующем подборе деталей пересчетные устройства начинают работать сразу. В быстродействующих триггерных ячейках следует добиваться полной симметрии плеч, подбирать парные транзисторы, резисторы, емкости, диоды. Радиолампы — обычно двойные триоды — должны также иметь одинаковые параметры, а в некоторых случаях пройти специальную предварительную тренировку. Эти требования предъявляются к триггерным ячейкам, рассчитанным на разрешающее время порядка 0,01—0,1 *мксек*. К деталям более грубых ячеек предъявляются менее жесткие требования.

В качестве примера использования элементов счетно-решающих устройств рассмотрим экспонат XXII Всесоюзной выставки радиолюбителей-конструкторов — макет системы логических устройств электронной рецептурной машины (авторы — радиолюбители А. Ф. Белов, Ф. И. Васильев, Б. Е. Бережнов). Макет предназначен

для осуществления визуального контроля за движением лекарственных форм на материальном складе, контроля правильности выписки рецептов с учетом химической несовместимости отдельных ингредиентов, входящих в пропись рецептов, управление арифметическим и долговременным запоминающими устройствами рецептурной машины. Запоминающие устройства содержат информацию о наличии и количестве тех или иных ингредиентов, хранящихся на складе, и об их расходовании. При полном израсходовании того или иного ингредиента на пульт рецептора посылается автоматический световой сигнал. На выставке демонстрировался упрощенный макет этой установки, иллюстрировавший только основные принципы, заложенные в машину, поэтому нет смысла подробно разбирать схему этого макета. Следует только обратить внимание на то, что вся машина построена на использовании типовых элементов счетно-решающих устройств, принцип действия которых был достаточно подробно рассмотрен выше. Машина такого типа может найти применение не только в фармацевтической практике, но и на материальных складах любой продукции.

Основные принципы, которые заложены в основу ее конструкции следующие:

1. Для выявления химической несовместимости отдельных ингредиентов используются схемы типа «И», построенные на диодах в соответствии с решением логического уравнения, положенного в основу несовместимости. Поскольку сигналы, соответствующие отдельным ингредиентам, поступают не одновременно, а по мере набора данных, то в качестве запоминающих элементов используются обычные триггерные ячейки.

2. Для хранения информации о наличии и количестве тех или иных материалов на складе целесообразно использовать счетные схемы на декатронах типа ОГ-4 или А-101 (двухимпульсных), которые могут включаться по реверсивным схемам (режим сложения и вычитания).

3. Для оперативной сигнализации несовместимости, наличия или отсутствия ингредиентов, определения расхода и таксировки рецептов (товароматериальных ценностей) целесообразно использовать коммутационные схемы, построенные на электромеханических реле и шаговых искателях.

К сожалению, число примеров использования радиолюбителями элементов счетно-решающих и кибернетических устройств в своих конструкциях ограниченно. Они сводятся в основном к использованию счетных декад и декатронов в устройствах и установках для счета готовой продукции, контроля размеров деталей и заготовок и других аналогичных применений. Из более сложных установок в качестве примеров можно привести следующие: малогабаритная следящая развертка (автор Е П. Соголовский), цифровая следящая система (авторы Е. П. Соголовский, П. А. Кондратьев, В. П. Тарасов), оптимизатор длительности деструкций (авторы В. И. Петухов, Б. Д Шапкин и др.) и рассмотренный выше макет логических устройств электронной рецептурной машины Однако надо отметить, что характерной чертой всех перечисленных экспонатов является низкий уровень технической документации. Отсутствие законченных описаний и принципиальных схем перечисленных приборов не дало возможности привести их конструкции в качестве примеров. Только учитывая большое принципиальное значение использования элементов счетно-решающих устройств в радиолюби-

тельской практике, мы кратко рассмотрели принципы, заложенные в основу рецептурной машины. Так как схемы и принципы действия отдельных логических и счетных элементов рассмотрены довольно подробно, мы иадеемся, что на последующих радиолюбительских выставках этим элементам будет уделено должное внимание.

КОНСТРУКТИВНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ УСТАНОВОК

Общие требования к техническому исполнению радиолюбительских установок

Приборы и установки, создаваемые радиолюбителями, — сложные электронные устройства, состоящие из большого количества объединенных в отдельных блоках узлов и деталей. Блоки и узлы смонтированы иа паиелях (шасси), которые в свою очередь заключены в приборные корпуса (кожухи).

Коиструкция прибора или установки должиа быть такой, чтобы блоки и узлы были доступны для осмотра, регулировки и ремонта, защищены от влияния внешних и внутренних электромагнитных и электростатистических полей, от климатических, механических, физико-химических и других воздействий. Кроме того, поскольку в радиоэлектронных устройствах 90—95% потребляемой энергии превращается в тепло, а параметры используемых радиодеталей сохраняются только в определенном диапазоне температур, при конструировании должны учитываться вопросы, связанные с обеспечеиием необходимого теплоотвода. Последнее достигается как размещением основных источников тепловыделения (трансформаторы питания, радиолампы, мощные резисторы, выпрямительные элементы и т. д.) по объему прибора, так и введением принудительной вентиляции и охлаждения.

Приборы должны быть оформлены с учетом современных эстетических требований, должны быть просты и удобны в эксплуатации и транспортировке.

К сожалению, радиолюбители в своей работе далеко ие всегда придерживаются перечисленных требований. Неоднократно отмечалось, что характерным недостатком радиолюбительских приборов, предназначениых для примеиеиия в промышленности, химии, коммуиальном хозяйстве и строительстве, науке, сельском хозяйстве и медициие, является — низкий уровень их технического исполнеиия. Нет закончеииости в отделке, иет стремления создать экспонаты не только техиически ценными, ио и красивыми. К недостаткам, характерным для многих экспоиатов, следует отнести выполнение схем иа лампах и их громоздкость.

Нет смысла разбирать и оценивать конструктивное исполнение радиолюбительских приборов и установок, среди которых только отдельные приборы выполнеиы на высоком техническом уровне. Целесообразнее будет ознакомиться с современными способами технического решения основных конструктивиых элемеитов электронных приборов, доступными для использования в радиолюбительской практике, описывая только наиболее удачно выполненные коиструкции радиолюбнтелей.

При конструировании электронных приборов приходится решать ряд вопросов, основные из которых следующие:

1. Конструкция корпуса (кожуха), шасси и лицевой панели.
2. Размещение основных узлов в корпусе и на шасси.
3. Способ охлаждения.
4. Размещеине органов управления на лицевой панели.
5. Способ выполнения электрического монтажа.

Характериой особенностью электронных устройств является то, что они состоят из большого количества электрически связанных между собой типовых радиодеталей (конденсаторов, резисторов, транзисторов, радиоламп и т. д.), объединенных в функциональные блоки и узлы. В свою очередь фуикциональные блоки и узлы выполнены на отдельных платах, в виде отдельных блоков либо в виде малогабаритных элементов — объемных и плоских микромодулей.

Таким образом, электронные устройства можно представить себе состоящими из большого числа элементарных объемиых элементов, как показано иа рис. 58,*а*, *б* и *в*. Каждый такой объемный элемент характеризуется постояииым тепловыделением определеииой энергии и каким-то электрическим полем, оказывающим влияиие на соседние объемные элементы.

Задача конструктора заключается в выборе такого расположения элемеитарных объемных элементов в пространстве корпуса прибора, чтобы обеспечивались свободный доступ к каждому элементу при ремонте, иаладке и регулировке, необходимый теплоотвод от каждого элемента и были сведены к минимуму паразитные электрические связи между отдельными элементами конструкции. Последнее особенно важно, так как паразитные электрические связи в некоторых случаях могут полностью нарушить работоспособность прибора в целом.

Отдельиые элементы электронных приборов связаны между собой электрически, с помощью проводов, фольги, пленок. Поэтому контуры прибора могут быть самыми разнообразными, как показано на рис. 58,*а*—*г*. При этом абсолютная величина суммарного объема может оставаться иеизменной. Выбор той или иной формы прибора определяется конструктивными соображениями (удобство размещения аппаратуры в помещении, на подвижных объектах, особые требования выдвигаются к переиосной аппаратуре — она должиа быть транспортабельной, механически прочной и надежно защищенной от виешних воздействий окружающей среды), эстетическими соображеииями (внешиий вид должеи гармонировать с интерьером совремеиных лабораторных помещений, расположеиие оргаиов управления должио обеспечивать оптимальиые условия получения и обработки иифомации оператором, наименьшую утомляемость в работе) и формой выбраииого шасси. Форма шасси в свою очередь определяется удобством компоновки прибора и возможностью применения рациональных методов моитажа.

По своему устройству и иазначению электроиные приборы можно разделить на две основные группы: приборы, предназначеиные для выполнения одной конкретной функции, и приборы многофункциональиые. К первым можно отнести влагомеры, концентратомеры, дефектоскопы и приборы для измерения конкретных физико-химических и механических велнчин. Ко вторым — стенды для проверки, наладки и регулировки различной радиоаппаратуры в заводских условиях, счетно-решающие устройства, частотио-фазовые и амплитудные аиализаторы, приборы одновременно регистрирующие ряд параметров (температура, влажность, время, прочность материала

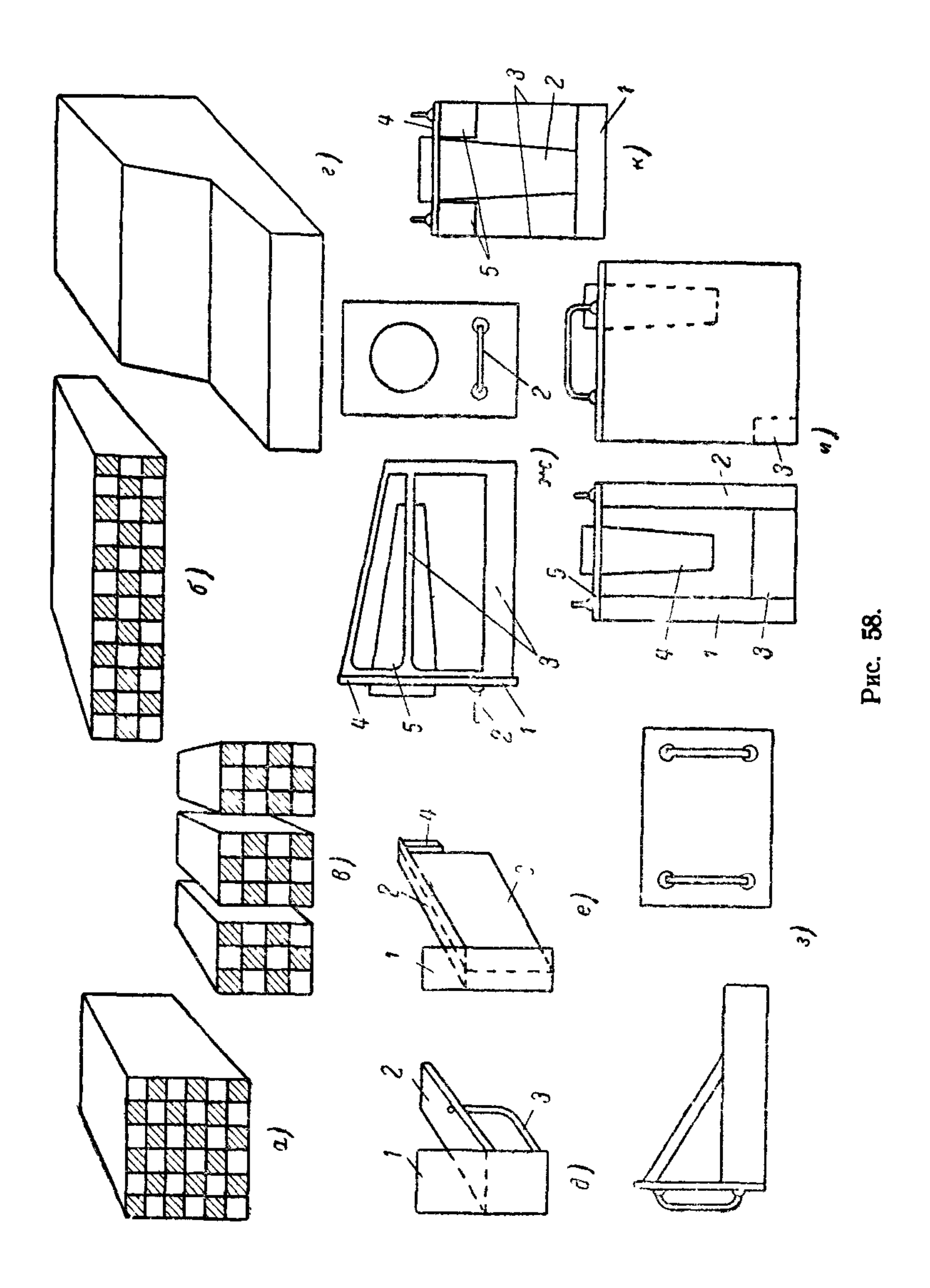


Рис. 58.

и т. д.), многоканальные анализаторы формы и амплитуды импульсов и многие другие. Приборы первой группы выполняются в виде компактных малогабаритных блоков, приборы второй группы — в виде стоек, стендов с пультом управления, в виде шкафов и измерительных щитов.

Типовые конструкции шасси и лицевых панелей

Рассмотрим конструктивные решения основных узлов электронных приборов — шасси и лицевых панелей. На рис 58,*д* изображена схематично конструкция шасси, используемая в одноблочных и многоблочных установках. Она состоит из лицевой панели *1*, жестко скрепленной посредством опорных стоек *3* с горизонтальными шасси *2* На лицевой панели размещаются органы управления, индикаторные устройства, соединительные разъемы и иногда ручки для вытаскивания блока из кожуха Такие конструкции используют в приборах, в которых необходимо периодически изменять входные параметры без изменения основного регистрирующего устройства. Так, в стандартных осциллографах типа С1-19, С1-8 и других можно простой заменой блоков развертки и усилителей существенно изменить диапазон регистрируемых частот, в то время как схема питания прибора и осциллографического индикатора остается неизменной Применение таких блоков оправдано в компенсационных схемах с нуль-индикатором для регистрации температуры, влажности, изменения электромагнитного поля (в геофизических приборах), индуктивностей и емкостей. В таких устройствах, меняя соответствующие входные блоки, можно с помощью одного чувствительного нуль-индикатора и при использовании общего блока питания измерять ряд интересующих исследователя параметров. Кроме перечисленных достоинств, такая конструкция шасси обладает еще одним, а именно, выполняя различные функциональные узлы прибора на отдельных шасси, можно легко осуществлять ремонт приборов простой заменой неисправных блоков. Конструкция шасси такого типа предназначена для применения в ламповых приборах с обычным навесным монтажом. В приборах с применением печатного и плоского монтажа используется похожая конструкция, изображенная на рис. 58,*е*. Отличие ее от рассмотренной выше состоит в наличии платы *3*, на которой выполняется печатный или плоский монтаж Блоки, выполненные на шасси такого типа, соединяются с остальной частью прибора разъемом *4*. Конструкция шасси для прибора с осциллографическим индикатором показана на рис. 58,*ж*, *и*, *к*. На рис. 58,*ж* изображена довольно распространенная конструкция шасси, используемая для изготовления ультразвуковых измерительных приборов, электронных полярографов, тензометров с осциллографическим индикатором и др. Она состоит из двух расположенных горизонтально одно на другим шасси *3*, жестко скрепленных между собой и с лицевой панелью *1* боковыми профилированными стенками *4*. Для удобства вытаскивания такого шасси из кожуха на передней панели *1* укреплена ручка *2*. С лицевой панелью *1* также жестко связан экран электроннолучевой трубки *5*, предохраняющий ее от влияния электростатических полей. Для того чтобы монтаж верхнего и нижнего шасси был легко доступен для осмотра, его располагают так, чтобы на нижнем шасси он осуществлялся снизу, а на верхнем — над ним. Лампы при этом располагают одни над другими баллонами навстречу. Лампы верх-

него шасси имеют крепежные приспособления (пружинные державки, закрепленные в замке экраны).

Другая конструкция шасси для приборов с электроннооптическим индикатором изображена на рис. 58,*и*. Она состоит из двух вертикально расположенных шасси *1* и *2*, жестко скрепленных с одной стороны с лицевой панелью *5*, а с другой — с шасси блока питания *3*. В этой конструкции монтаж сделан снаружи, а лампы вставляются изнутри. Достоинствами такой компоновки являются доступность монтажа для осмотра и ремонта, возможность прокладки не связанных цепей питания, наличие большой рабочей поверхности шасси, позволяющей вести свободно монтаж, а также прокладывать короткие жгуты. К недостаткам следует отнести то, что электронные лампы, представляющие собой мощный источник

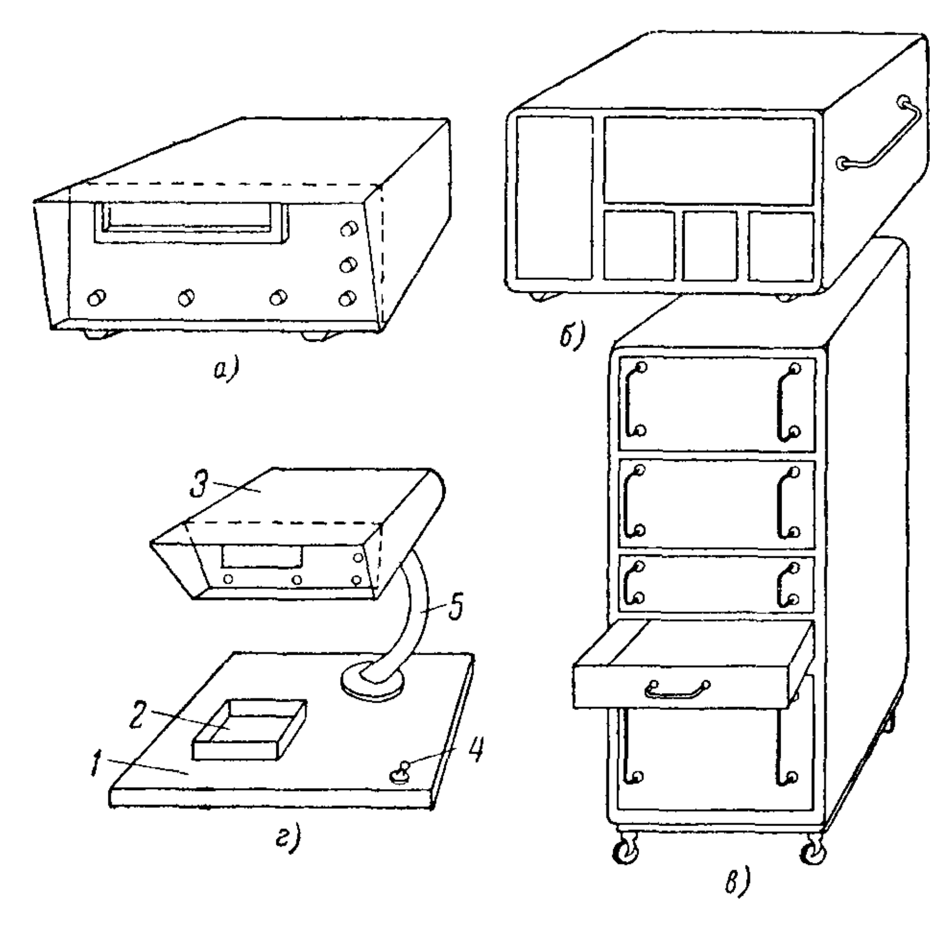


Рис. 59.

тепла, оказываются замкнутыми в ограниченном сплошными поверхностями объеме, препятствующем необходимой циркуляции воздуха. При применении принудительной вентиляции этот недостаток может быть полностью устранен.

Техническое выполнение рассмотренной конструкции наиболее просто, так как в ней полностью отсутствуют различные профилированные ребрами жесткости соединительные панели, функции которых успешно выполняют шасси *1* и *2*. Такая конструкция наиболее оправдана для приборов, состоящих из большого количества блоков и узлов разного назначения, требующих для уменьшения взаимного влияния разнесения цепи входа чувствительного усилителя и цепи выхода мощного источника возбуждающего напряжения

(в ультразвуковых приборах, в приборах для регистрации вторичных электромагнитных полей и т. д.).

Упрощенный вариант аналогичной конструкции, предназначенный для выполнения приборов с малым количеством функциональных блоков, показан на рис. 58,*к*. В данном варианте вертикальное шасси *1*, скрепленное с лицевой панелью *4* двумя профилированными стенками *3*, помещено сзади. При таком решении принудительной вентиляции не требуется, так как прибор хорошо охлаждается наружным воздухом. Для уменьшения наводок выходные каскады источников возбуждающего напряжения и входные каскады усилителей следует выполнять на отдельных шасси *5*, расположенных в непосредственной близости от лицевой панели, с тем чтобы насколько возможно уменьшить длину соединительных концов от выводных гнезд высокочастотных разъемов до лепестков ламповых панелей. В отдельных случаях приходиться помещать эти блоки в специальные экраны.

На рис. 58,*з* показана конструкция шасси, широко применяемая в одноблочных и многоблочных приборах, выполняемых в виде стоек с выдвижными панелями. Конструкция этого шасси достаточно проста и особых пояснений не требует.

На рис. 59 показаны варианты конструкции разных типов измерительных приборов. Так, на рис. 59,*а* показан конструктивный вариант одноблочного прибора. Плоский кожух и наклонные срезы боковых стенок у лицевой панели, образующие козырек, придают прибору вполне современный вид. Кроме этого, плоская форма кожуха обеспечивает определенные удобства в эксплуатации, так как позволяет ставить несколько приборов один на другой, что особенно важно в лабораторных помещениях, насыщенных различной измерительной аппаратурой.

На рис 59,*б* показан вариант конструктивного решения многоблочного малогабаритного прибора. В данной конструкции могут использоваться блоки типа изображенных на рис. 59,*д, е, з*.

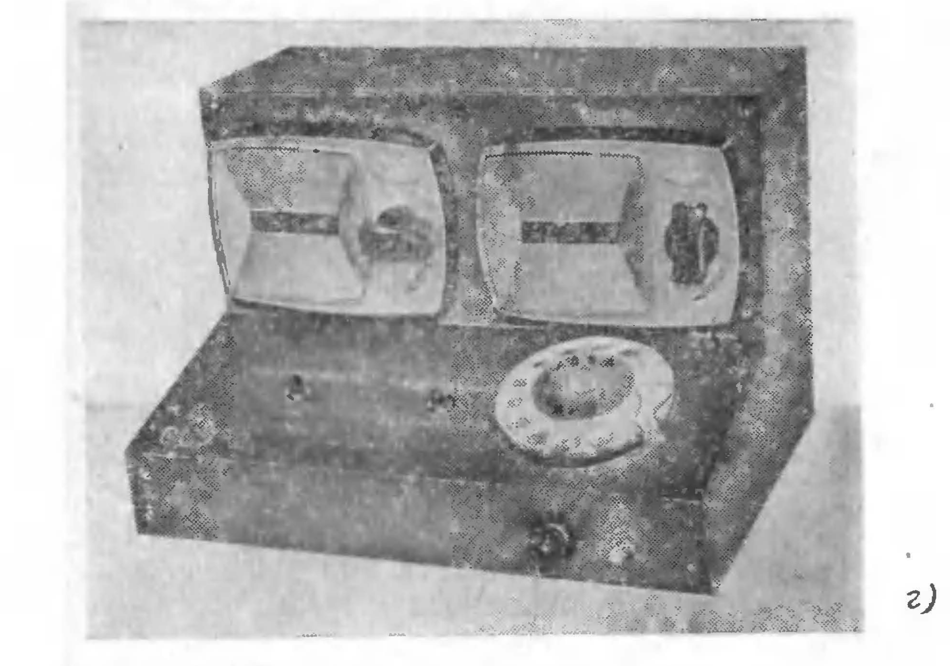
На рис. 59,*в* изображена конструкция прибора в виде стойки с вдвижными блоками. При этом вместо одного из блоков в стойку монтируют ящик для хранения соединительных шлангов, датчиков и запасного имущества, как показано на рисунке. Блоки в стойках для повышения устойчивости располагают по мере уменьшения веса снизу вверх. Внизу размещают наиболее тяжелые блоки — обычно это блоки питания. Для удобства работы со стойками и более легкого перемещения их в пределах рабочих помещений (вес стоек достигает 150—200 *кг*) они выполняются на колесах.

На рис. 59,*г* показана конструкция лабораторного измерительного прибора, выполненного с учетом требований технической эстетики. Прибор *3* укреплен на декоративной опорной стойке *5*, которая жестко соединена с плитой *1*. На плите *1* размещены емкость для засыпки измеряемого продукта *2* и выключатель питания *4*. Такая конструкция вполне оправдана для лабораторных измерителей параметров различных материалов (влажности, содержаиия магнитиых и радиоактивных руд и нх концентратов, плотности, вязкости и других параметров), она удобна в эксплуатации и имеет современный вид.

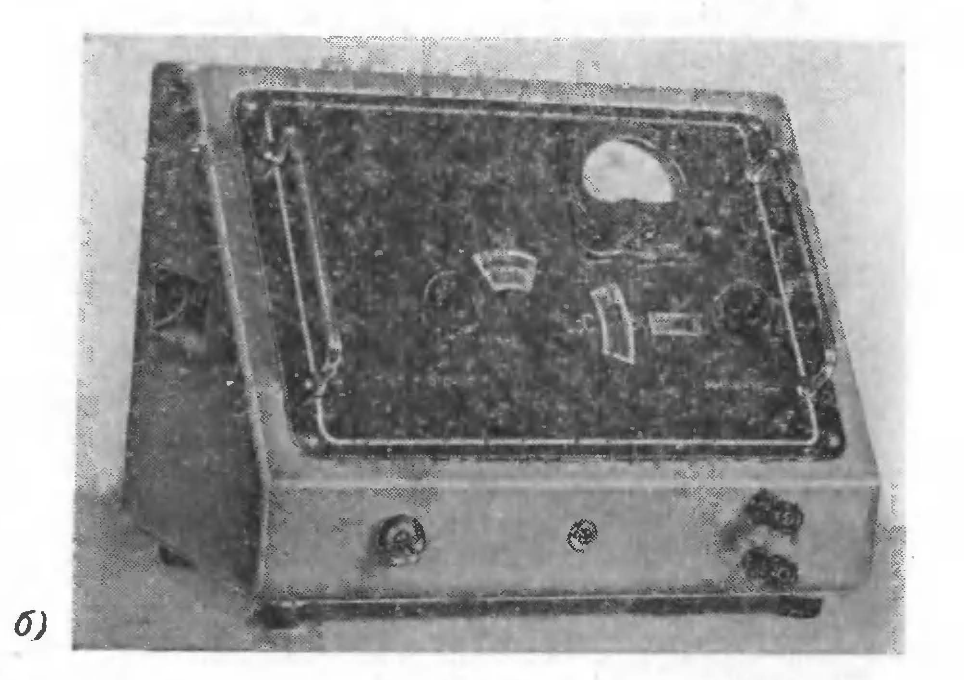
На рис. 60,*а* показан внешний вид прибора для радиоволнового контроля толщины угольной пачки в забоях (конструкторы М. М. Сажченко и Г. Р. Носов). Этот прибор, выполненный в чемоданном исполнении, удобен в транспортировке и эксплуатации.



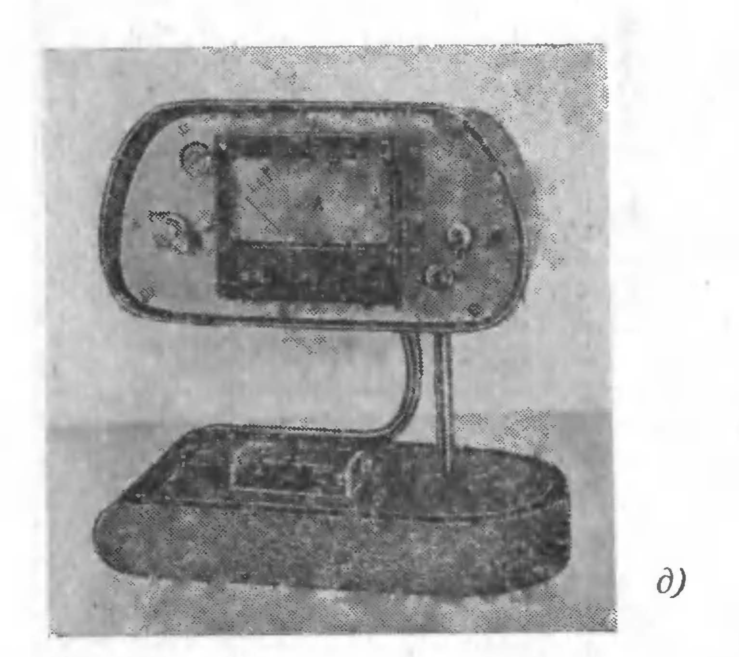
а)



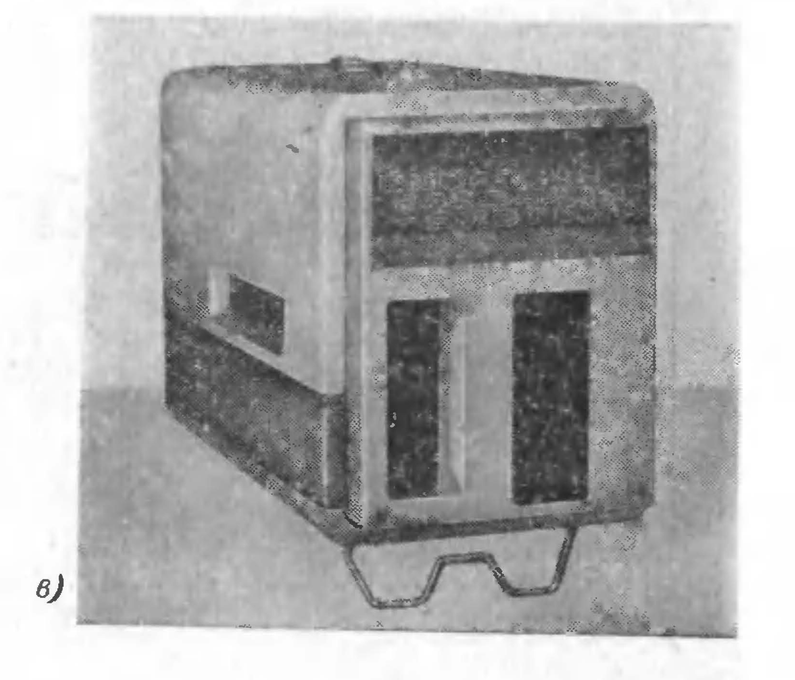
г)



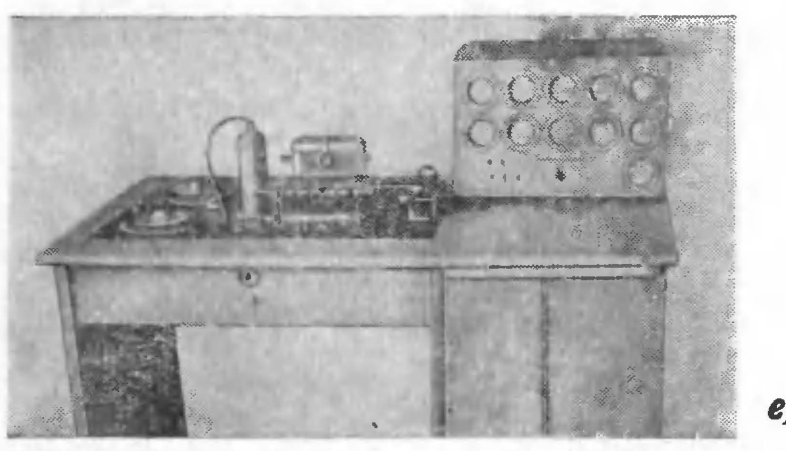
б)



д)



в)



е)

Рис. 60.

На рис. 60,*б* показан внешний вид одноблочного прибора — моста переменного тока, схема которого довольно подробно была рассмотрена в первой главе (автор Соголовский). Автор удачно решил конструкцию ручек для переноски прибора, выполнив их в виде декоративно оформленных пустот на боковых стенках прибора. На лицевой панели прибора размещено минимальное количество ручек управления и отсчетных устройств. Это облегчает работу с прибором, так как внимание оператора не рассеивается на вспомогательные органы управления.

На рис. 60,*в* показан внешний вид цифровой следящей системы (авторы Е. П. Соголовский, П. А. Кондратов и В. П. Тарасов). Прибор выполнен на высоком техническом и эстетическом уровне.

На рис. 60,*г* показан внешний вид счетного библиотечного устройства типа СБУ-2 Внешний вид прибора не соответствует современным эстетическим требованиям, но удобен в эксплуатации Приборы такого типа (автор В. В. Казимирчак) получили довольно широкое распространение в библиотеках нашей страны. Автор удачно расположил органы управления прибором. На основной наклонной панели расположены только самые необходимые кнопки управления и номеронабиратель телефонного типа. Вспомогательные органы управления — выключатель сети, предохранитель, ручки сброса счетчиков — расположены на соответствующих вертикальных панелях и не отвлекают внимание оператора.

На рис. 60,*д* показан внешний вид анализатора содержания магнитного железа в продуктах обогатительных фабрик (авторы И. В. Глызин, Г. Ф. Самойлов и В. И. Черданцев). Его конструктивное решение (рабочий столик с измерительной кюветой и индикаторный прибор) обеспечивает все, что нужно для получения необходимой информации. Прибор имеет современный внешний вид и удобен в эксплуатации, так как отсутствуют соединительные шланги для подсоединения датчиков к приборам, используемые в конструкциях старых типов.

На рис. 60,*е* изображен прибор для перезаписи осциллограмм. Это сложный прибор, выполненный в виде стола с пультом управления и индикации. Настольная конструкция в данном случае оправдана, так как оператору для обработки осциллограмм удобнее всего сидеть за столом. Однако конструкцию контрольного пульта следует считать неудачной. Расположение индикаторов не обеспечивает разбивки источников информации на отдельные смысловые группы А без такой разбивки воспринимать информацию трудно утомительно.

Познакомимся теперь с некоторыми наиболее простыми методами изготовления шасси и кожухов приборов, позволяющими наряду с выполнением всех прочих требований придать им современный вид.

На рис. 61 показаны основные составные элементы кожуха, шасси и лицевой панели прибора. Внешний вид прибора в целом показан на рис. 61,*а*. Он представляет собой вытянутый плоский ящик. Козырек над лицевой панелью со скошенными боковыми стенками придает прибору современный вид. Технология изготовления такого корпуса с шасси предельно проста. Из целых листов стали или дюраля изготовляют верхнюю *3* и нижнюю *4* крышки корпуса. В боковых стенках верхней и нижней крышек прорезаются отверстия для вентиляции. Кроме того, в крышке *3* делают углубления *10* для декоративной ручки *5*, которая целиком выпиливается из текстолита толщиной 10—12 *мм* (вместо текстолита можно использовать дюраль). Выпиливание ручки и изготовление паза довольно трудоемкая операция в некоторых случаях, когда нет средств, облегчающих этот процесс (нет фрезерного станка и соответствующего слесарного оборудования); можно заменить декоративную ручку *5* более простой по конструкции ручкой *9*, как показано на рис. 61,*з*. Использование ручки *9* намного облегчает изготовление верхней крышки кожуха (см. рис. 61,б). Основные элементы шасси показаны на рис. 61,*ж*. Шасси *6* с проложенными

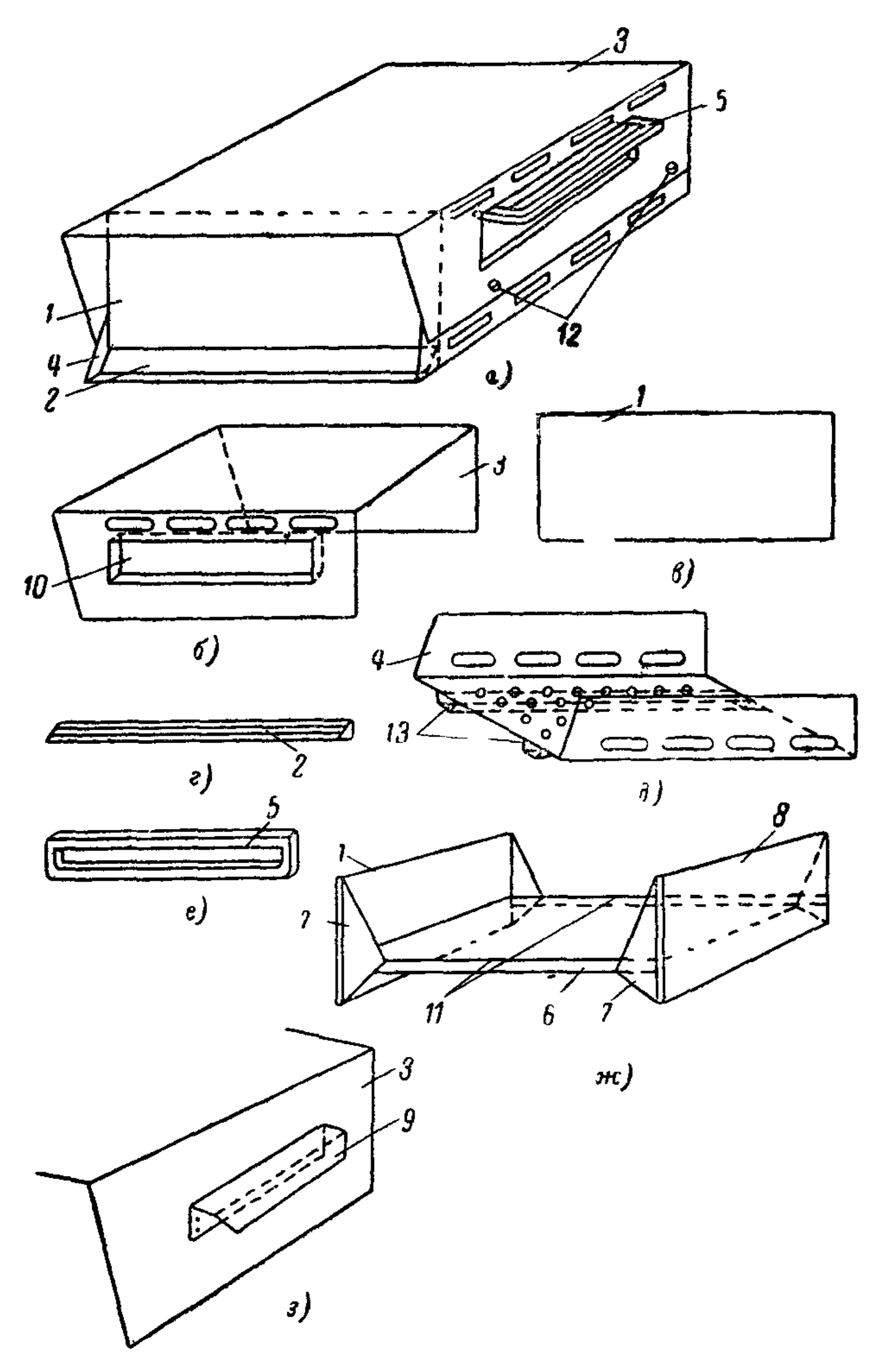


Рис. 61.

вдоль боковых срезов уголками *11*, которые используются для придания шасси необходимой жесткости (вместо уголков можно просто отогнуть края), скрепляются с лицевой панелью *1* и задней стенкой *8* косынками *7*. Задняя стенка *8* по высоте несколько ниже лицевой панели. Это сделано для того, чтобы сзади между верхней крышкой кожуха и верхней кромкой задней стенки образовалась вентиляционная щель Шасси с передней лицевой панелью и задней стенкой ставится на нижнюю крышку кожуха. Затем надевается верхняя крышка, и все три элемента конструкции скрепляются винтами *12* через отверстия, имеющиеся в верхней и нижней крышках кожуха, с гайкой, укрепленной на косынке *7*. Для декоративного оформления лицевой панели перед ней укрепляется уголок *2*, изготовленный из дюраля либо из дерева. Изготовление такой конструкции под силу даже малоподготовленному радиолюбителю в домашних условиях. На чертеже не указаны размеры, так как подобные кожухи можно делать любых размеров, соблюдая только пропорции в значениях высоты, ширины и длины Для того чтобы обеспечивалась нормальная вентиляция кожуха, вдоль нижней крышки прокладываются опорные планки *13*. Эти планки одновременно являются ребрами жесткости поддона кожуха.

Окраска приборов

Одной из ответственных и трудоемких операций при изготовлении кожуха является окраска. Внешний вид прибора во многом определяется цветом и качеством нанесенного лакокрасочного покрытия. При выборе цвета следует руководствоваться следующими основными соображениями Плохо, когда прибор выполнен в одном цвете. Это несвоевременно и утомляюще действует на оператора. Окраска прибора должна состоять из нескольких цветов, определяемых смысловой нагрузкой той или иной части радиоэлектронного устройства. Обычно для окраски одноблочных приборов используют не больше трех-четырех цветов. Так, наружную поверхность кожуха, в нашем случае — верхнюю и нижнюю крышки кожуха, окрашивают в такие цвета: светло-кремовый, темно-бежевый, серый, серо-зеленый, морская волна, сине-зеленый, кофейный. Иногда для большего контраста верхнюю крышку кожуха окрашивают в один цвет, а нижнюю — в другой. При этом используют следующие комбинации цветов: дымчатый и кремовый, серый и бежевый, салатный и серо-голубой. При выборе окраски прибора надо учитывать то соображение, что прибор должен «вписываться» в интерьер рабочего помещения, окраска должна быть мягких тонов и не действовать утомляюще на оператора. Резкие четкие цвета (такие, как черный, белый, желтый, оранжевый, коралловый, красный, изумрудный и др.). должны применяться там, где они несут определенную смысловую нагрузку, заостряя внимание оператора на определенных местах лицевой панели прибора (на индикаторах, сигнализирующих об опасности, на тех или иных органах управления, для подчеркивания основных контуров пульта управления). Так, рассмотренную конструкцию кожуха с лицевой панелью лучше окрашивать следующим образом. Наружную поверхность верхней крышки *3* (см. рис. 61) окрашивают в светло-бежевый цвет. Наружную поверхность нижней части кожуха *4* — в коричневый цвет. Внутренние поверхности обеих частей кожуха *3* и *4* — в цвет морской волны. Лицевую панель — в светло-серый

или серый цвет, а ручки управления и декоративную планку *2* (см. рис. 61) — в серо-зеленый цвет. Сигнальные лампочки, свидетельствующие о нормальной работе приборов, горят зеленым цветом. Лампы аварийного режима работы — красным.

В каждом конкретном случае, выбирая для окраски те или иные цвета, надо помнить, что действие различных цветов на оператора неодинаково. Так, красный цвет действует возбуждающе, поэтому он применяется там, где следует обратить внимание оператора на тот или иной узел управления аппаратурой Голубой цвет и его тона, а также зеленый — действуют, наоборот, успокаивающе, способствуют наименьшему утомлению наблюдателя. Черный цвет либо угнетает, если он используется один, либо подчеркивает необходимые части прибора, на которых следует сосредоточить внимание. Это грубое деление действия различных цветов Несмотря на благоприятное воздействие синих и зеленых тонов на психику наблюдателя, использование только их одних будет действовать утомляюще. Обязательно в окраске аппаратуры должны использоваться дополнительные тона, образующиеся от смешения трех основных цветов: красного, зеленого и фиолетового. Приведенные выше названия различных цветов, рекомендуемых для окраски отдельных частей кожуха прибора, взяты из названий цветов синтетических эмалей, выпускаемых промышленностью. В табл. 6 приведены номера синтетических и нитроцеллюлозных эмалей, применяемых для окраски радиоэлектронной аппаратуры. Таковы основные соображения по выбору цветовых сочетаний.

Поверхность готовых кожухов, шасси и лицевых панелей с отверстиями (вентиляционными, для размещения ламповых панелей, для закрепления тумблеров, соединительных разъемов, сигнальных фонарей и других деталей) подготавливают к окраске. Для этого с поверхности удаляют грязь, пыль, металлическую стружку и тщательно ее обезжиривают, промывая неэтилированным бензином (Б-70), ацетоном, спиртом и различными растворителями (Р-4, уайт-спирит, 646, 647, 648 и т. д). Качество обезжиривания проверяют с помощью фильтровальной бумаги. Отсутствие на бумаге жировых пятен, после того как ею провели по контролируемой поверхности, говорит о хорошем качестве обработки поверхности. На очищенную поверхность наносят из пульверизатора грунтовку, в качестве которой обычно используют глифталевый грунт ГФ-020 (№ 138). Растворителем грунта могут служить скипидар, сольвент или ксилол. Необходимая вязкость, обеспечивающая качественное нанесение покрытия с помощью пульверизатора, достигается при использовании 25% растворителя от веса грунта. Слой грунта должен равномерно покрывать окрашиваемую поверхность и быть не очень толстым. Неровности выравнивают водостойкой шкуркой № 8—12. Слой грунта должен быть хорошо просушен. Время сушки грунта ГФ-020 при температуре 100° С — 30 *мин*, при температуре комнатной — 24 *ч*. Для получения температуры 100° С можно использовать сушильный шкаф либо применять рефлекторы с нагревателями (лампа синего света, фотософиты и т. д.). Так как в процессе слесарной обработки неизбежны дефекты поверхностей (царапины, вмятины), то для получения качественного покрытия на слой грунта наносят слой шпаклевки типа НЦ-00-8. Шпаклевку наносят специальными шпателями либо плоским куском твердой резины. Шпаклевкой заполняются полости царапин, небольшие вмятины. Толщина слоя шпаклевки на открытой поверхности не долж-

Таблица 6

Цвет эмали	Номера и марки эмалей			
	Меламино-алкидная	Нитроцеллюлозная	Нитроцеллюлозная	Муар
Черная	МЛ-12-00	НЦ-11-00	—	Муар-25
Белая	МЛ-12-01	511	—	—
Белая ночь	МЛ-12-02,03	—	НЦ-11-202, 03	—
Белая слоновая кость	МЛ-12-48	НЦ-11-41, 44		—
		НЦ-11-47	НЦ-11-248	—
Под слоновую кость	МЛ-12-80, 83, 87	То же	—	—
Светло-кремовая	МЛ-12-47, 84	—	НЦ-11-247	—
Кремовая	МЛ-12-85, 49	НЦ-11-45, 82	НЦ-11-249, 281	—
Песочная	МЛ-12-86	—	—	—
Темно-бежевая	МЛ-12-51	—	—	—
Бежевая	МЛ-12-53	НЦ-11-50, 58	НЦ-11-253	Муар-4
Светло-бежевая	МЛ-12-54	—	НЦ-11-254	—
Желтая	МЛ-12-42	НЦ-11-40	—	—
Оранжевая	МЛ-12-43	НЦ-11-43	—	—
Спартак	МЛ-12-93	—	—	—
Само	МЛ-12-97, 44, 45	—	—	—
Светло-розовая	МЛ-12-46	—	НЦ-11-246	—
Коралловая	МЛ-12-95	НЦ-11-62	—	—
Темно-коралловая	МЛ-12-99	—	НЦ-11-299	—
Красная	МЛ-12-90	НЦ-11-90	—	Муар-21
Вишневая	МЛ-12-91, 92	—	—	Муар-20
Светло-сиреневая	МЛ-12-98	—	НЦ-11-298	—
Сиреневая	МЛ-12-96	—	—	—

Цвет эмали	Номера и марки эмалей			
	Меламино-алкидная	Нитроцеллюлозная	Нитроцеллюлозная	Муар
Светло-дымчатая	МЛ-12-70	—	НЦ-11-270	—
Дымчатая	МЛ-12-71	НЦ-11-89	НЦ-11-271	—
Светло-серая	МЛ-12-89, 66	То же	НЦ-11-266, 89	—
Серая	МЛ-12-73, 77	НЦ-11-70, 72, 75, 77, 78, 80, 86	НЦ-11-273	Муар-24
Темно-серая	МЛ-12-60	—	НЦ-11-260	Муар-23
Светло-голубая	МЛ-12-67, 68	—	—	—
Голубая	МЛ-12-34, 38	НЦ-11-37, 68	НЦ-11-240, 41	Муар-15
Голубая ночь	МЛ-12-20	—	НЦ-11-220	—
Светло-серо-голубая	МЛ-12-88	—	НЦ-11-288	—
Голубая рефлексная	Нет	НЦ-11-01,05	—	—
Серо-сняя	МЛ-12-33	—	НЦ-11-233	—
Серая рефлексная	—	НЦ-11-04, НЦ-22	—	—
Серо-голубая	МЛ-12-39, 79	НЦ-11-71, 76, 81	—	—
Серо-зеленая	МЛ-12-13, 17	НЦ-11-12, 14, 23, 24	—	—
Синяя	МЛ-12-32, 35, 37	НЦ-11-21, 27, 32, 36, 39, 84, 85, 88	—	Муар-16
Ривьера	МЛ-12-94	—	—	—
Рица	МЛ-12-12	—	НЦ-11-212	—
Морская волна	МЛ-12-27	—	НЦ-11-227	—
Изумрудная	МЛ-12-14	НЦ-11-07, 69	—	—
Электрнк	МЛ-12-36	НЦ-11-26, 35	—	—
Фисташковая	МЛ-12-15	НЦ-11-20, 87	—	—

Продолжение табл. 6

Цвет эмали	Номера и марки эмалей: Меламино-алкидная	Нитроцеллюлозная	Нитроцеллюлозная	Муар
Оливковая	МЛ-12-11	НЦ-11-19	—	—
Бирюзовая	МЛ-12-22	НЦ-11-08, 13, 33, 34	—	—
Серо-бирюзовая	МЛ-12-23	—	НЦ-11-223	—
Светло-бирюзовая	МЛ-12-08, 24, 29	—	НЦ-11-224	—
Светло-салатная	МЛ-12-10	—	НЦ-11-210	—
Светло-зеленая	МЛ-12-18	—	НЦ-11-218	—
Зеленая рефлексная	—	НЦ-11-02, 03, 06	—	—
Светло-синяя	—	НЦ-11-94	—	—
Защитно-зеленая	—	НЦ-11-15	—	—
Защитная	—	—	—	Муар-10
Зеленая	МЛ-12-21	НЦ-11-09, 11, 16, 18, 22, 25, 97	—	Муар-13
Ярко-зеленая	МЛ-12-28	—	—	—
Темно-зеленая	МЛ-12-09	—	—	—
Горно-зеленая	МЛ-12-19	—	—	—
Зелено-голубая	МЛ-12-16	—	—	—
Сине-зеленая	МЛ-12-25, 30	—	—	—
Лимонная	—	НЦ-11-42	—	—
Оливковая	—	НЦ-11-19	—	—
Коричневая	МЛ-12-61	НЦ-11-60, 61	—	Муар-9
Кофейная	МЛ-12-65	НЦ-11-65, 67	—	—
Молочная	—	НЦ-11-46, 48, 83	—	—
Майская	МЛ-12-74	—	—	—
Аквамариновая	МЛ-12-75	—	—	—

на превышать 0,1 *мм.* Для разбавления загустевшей шпаклевки используют растворитель № 647 Время сушки шпаклевки при комнатной температуре около 1 *ч.* После высыхания шпаклевки поверхность тщательно зачищают водостойкой шкуркой типа КЗ-3, КЗ-6, КЗ-8, КЗ-12 и наждачными шкурками типа Э-25. На зачищенную поверхность можно наносить краску.

В табл. 6 приведены марки разного типа эмалей, каждая из которых отличается своими особенностями. Наиболее прочное покрытие получается при использовании меламино-алкидных эмалей. Эти эмали дают блестящие покрытия, не требующие дополнительной полировки. Для нанесения их, так же как и для нанесения эмалей других типов, используют пульверизатор. В домашних условиях очень удобно пользоваться пульверизатором, прилагаемым к пылесосу типа «Вихрь». Как правило, наносят не больше двух слоев краски. Для сушки меламино-алкидных эмалей и получения качественного покрытия необходима температура не ниже 140° С. Время сушки при этом не превышает 40 *мин.* Сушку можно проводить в сушильных шкафах либо применять рефлекторы. Для того чтобы наружная поверхность сразу засохла при комнатной температуре, можно в краску добавлять в небольшом количестве в качестве растворителя ацетон или серный эфир

Нитроцеллюлозные эмали типа НЦ-11 не требуют для просушки высоких температур. Они быстро высыхают при комнатной температуре, но дают покрытия менее прочные, чем меламино-алкидные эмали. Кроме того, меламино-алкидные эмали можно наносить на поверхность просто кистью, так как они дают хороший разлив по поверхности, не оставляя следов при высыхании. Нитроэмали можно наносить только из пульверизатора. При окраске поверхностей нитроэмалями надо соблюдать особую осторожность, так как они легко воспламеняются. Меламино-алкидные и нитроэмали выпускают практически всех известных цветов, и, кроме того, нитроэмали выпускаются с рефлексным наполнением. В качестве рефлексного наполнения используют обезжиренный алюминиевый порошок.

Раньше для окраски радиоэлектронной аппаратуры широко использовалась эмаль типа «муар». Отличительной особенностью этой эмали было то, что в зависимости от исходной вязкости краски на поверхности после определенного режима сушки проявлялся рисунок той или иной крупности отдельных элементов. Прочность и качество покрытия при этом были довольно высокими. Краска на поверхность наносилась пульверизатором. Время сушки при температуре 90° С равнялось 12—14 *ч.*

Мы рассмотрели основные способы окраски кожухов и лицевых панелей эмалями разных типов. Для сушки покрытий в домашних условиях, с чем часто приходиться сталкиваться радиолюбителям, помимо рефлекторов можно пользоваться обычными духовками с регулируемым нагревом. Внутренняя поверхность духовок при этом должна быть тщательно очищена во избежание повреждений окрашиваемой аппаратуры

Способы изготовления кожухов приборов

Конструкция кожуха рассмотренного типа (см. рис. 61) будет иметь хороший внешний вид только при тщательном, аккуратном ее исполнении. Гибка листового материала при этом должна проводиться в специальных гибочных обжимках, чтобы места сгиба

получались идеально ровными, так как именно они подчеркивают современные линии прибора.

В том случае, если у исполнителя нет необходимых слесарных приспособлений и достаточного опыта работы с металлами, можно предложить другую конструкцию кожуха, изображенную на рис. 62. Основные элементы этой конструкции выполняются из дюралевого или стального уголка и плоских листов металла. Кожух состоит из рамки (см. рис. 62,*а*), выполненной из дюралевого или стального уголкового проката, скрепленного на стыках плоскими металлическими угольниками (см. рис. 62,*б*), и накладных стенок, выполненных также из листового тонкостенного дюраля или стали с охлаждающими отверстиями диаметром 10—20 *мм* (см. рис. 62,*в*) либо выдавленными жалюзи (см. рис. 62,*д*). Верхняя крышка такого кожуха может быть выполнена так, как показано на сборочном чертеже на рис. 62,*е*. Все соединения отдельных элементов кожуха в случае применения дюраля выполняются на заклепках, в случае использования стали — с помощью сварки.

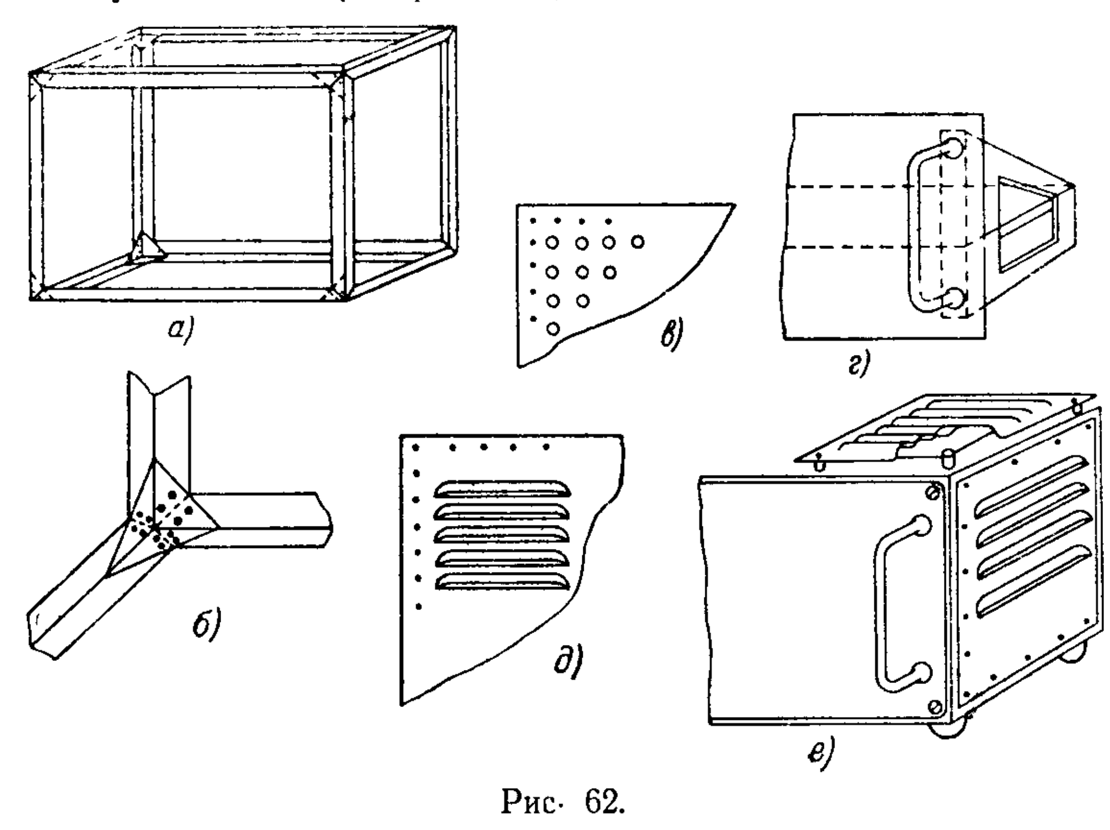


Рис. 62.

В конструкции этого кожуха все операции по изготовлению, за исключением выдавливания жалюзи, рассчитаны на применение стандартного слесарного оборудования. Для изготовления жалюзи требуется специальный пресс-штамп.

На рис. 63 показаны элементы другой конструкции кожуха, которая также легко выполнима при наличии стандартного набора слесарного инструмента, но требует наличия литых силуминовых рамок *1* и *2* (см. рис. 63,*а*, *б*). При наличии рамок изготовление самого кожуха не представляет никаких трудностей. Форма рамок может быть самой разнообразной, причем, применяя те или иные рамки, можно добиться самого современного внешнего оформления прибора

Идея метода заключается в том, что две рамки (передняя и задняя) соединяются между собой, как показано на рис. 63,*г*, с помощью кожуха *3* (см. рис. 63,*в*), изготовленного из тонкого дюралюминиевого (стального) листа. Длина кожуха определяет длину всего прибора. При этом для того, чтобы радиусы линий загибов кожуха соответствовали радиусам углов рамок, гибку листового дюраля (стали) *5* выполняют на специальных приспособлениях, изображенных на схематических рисунках 63,*д*, *е*. На них работают следующим образом. Дюралевый лист, который требуется согнуть, пропускают под роликом *1*, отмечая предварительно место гибки. Ролик *1* может вращаться по поверхности, радиус которой равен радиусу закругления угла рамок *1* и *2*. Движением рукоятки ролика *3* в направлении, показанном стрелкой, производят гибку. Поскольку слесарным путем трудно с достаточной точностью получить необходимый радиус закругления угла металлической станины *2* (см рис. 63,*д*), можно порекомендовать более простую конструкцию гибочного приспособления. Она изображена на рис. 63,*е*. Как видно из рисунка, это приспособление состоит из двух цилиндров (один произвольного радиуса и другой радиуса, равного радиусу угла загибки), один из которых катится по поверхности другого, причем цилиндр, относительно поверхности которого происходит вращение, либо скреплен с помощью сварки *9* либо, при применении цилиндров, рассчитанных на разные радиусы загибов, с помощью болтов с металлической плитой *6*, которая в свою очередь скреплена с рабочим столом *7* болтом с гайкой *8*. Процесс гибки на этой установке происходит таким же образом, как было рассмотрено выше.

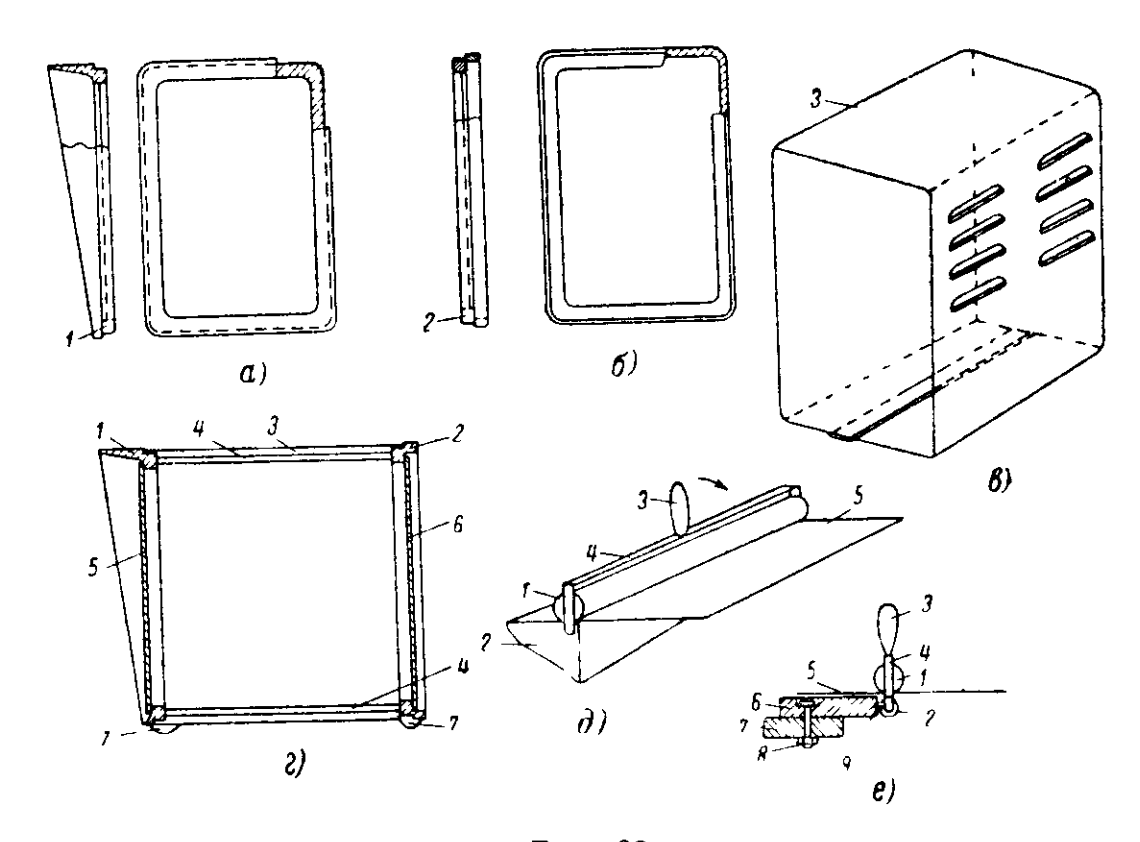


Рис. 63

Для повышения прочности кожуха иногда применяют дополнительные стяжки *4* (см рис. 63,*г*). Но, как правило, кожух получается достаточно прочным и без дополнительных стяжек.

На рис. 64 показаны возможные варианты конструкции шасси цельнокроенного (см. рис 64,*а, б*) и изготовленного на каркасе из уголкового проката (см. рис. 64,*в, г*). Изготовление как того, так и другого типа шасси не вызывает трудностей. Но надо помнить, что при изготовлении цельнокроенного шасси надо сначала сделать выкройку, затем разметить и пробить все отверстия, после чего производить окончательную гибку. При гибке желательно на линиях сгиба снять острым резцом часть металла (сделать надрез) После гибки шасси склепывается по углам заклепками (если материал дюраль или алюминий) либо сваривается или запаивается (если материал сталь или латунь). При изготовлении шасси из стали или медных сплавов загибочные поверхности *1* (см. рис. 64,*а*) делать нет необходимости, так как гораздо проще выполнить шасси без них, а затем стыки запаять или заварить. При этом прочность шасси не снижается, а внешний вид значительно выигрывает. Применение шасси с опорным каркасом оправдано там, где применяют узлы схемы, выполненные на отдельных платах (плоских) с применением как обычного, так и печатного монтажа, соединенных между собой отдельными жгутами. Эта конструкция также удобна при выполнении блочного монтажа. Во всех других случаях применение каркасной рамки мало оправдано, так как значительно усложняет конструкцию.

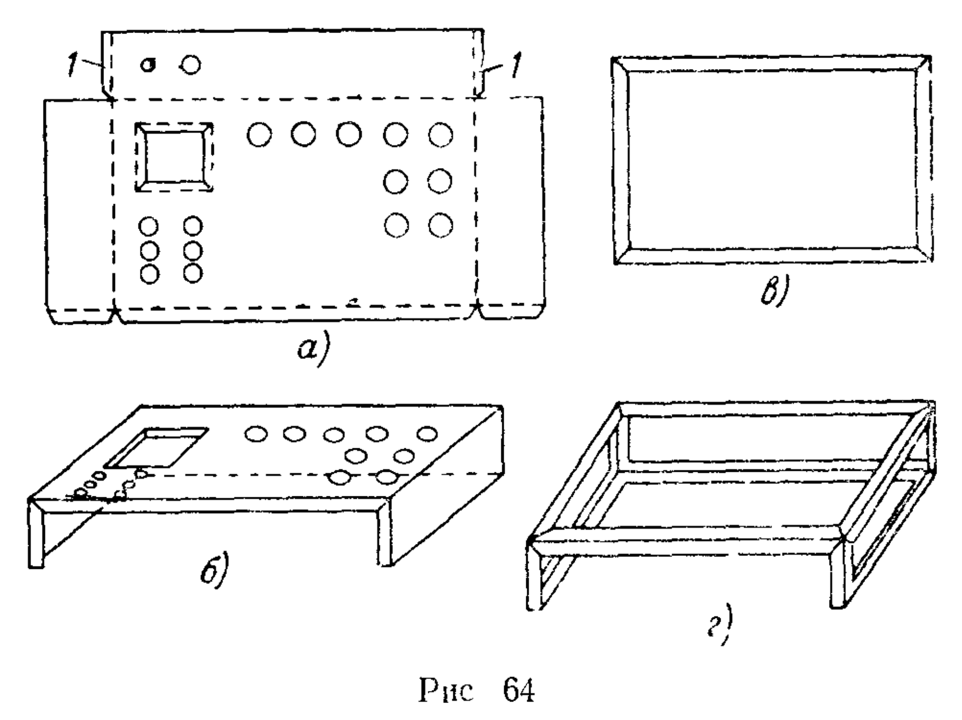


Рис 64

Для изготовления шасси применяют самые различные материалы: сталь, дюраль, алюминий, медные сплавы и др. Все они имеют различные физико-механические характеристики. Загибку они выдерживают только по определенным (для каждой толщины листового материала) радиусам Эти минимально допустимые радиусы сведены в табл. 7

При выполнении работ приходится делать большое количество отверстий самых разнообразных диаметров — от единиц до десятков миллиметров, причем наиболее часто приходится делать отверстия под такие детали, как ламповые панели, тумблеры, переключатели диапазонов, переменные резисторы, электролитические конденсаторы и другие детали. Для ускорения работ по пробивке таких отверстий можно порекомендовать изготовить серию специальных пробойников для наиболее часто встречающихся диаметров отверстий.

Таблица 7

Наименование материала	Толщина материала, *мм*							
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	Внутренний радиус гибки, *мм*							
Сталь 10	0,4	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5
Сталь 20	0,5	0,5	1,0	1,2	1,8	2,5	3,5	5,5
Сталь 1Х18Н9Т	0,4	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5
Сталь ЭА и ЭАА	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	8,0
Алюминий Д16М	1,0	1,5	2,4	3,0	4,5	6,5	9,0	11,0
Алюминий АМЦ	0,5	0,8	1,0	1,5	1,9	3,0	4,0	6,0
Латунь Л68	0,4	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5

Примечание. При положении линии изгиба перпендикулярно направлению проката радиусы гибки могут быть уменьшены в 2 раза.

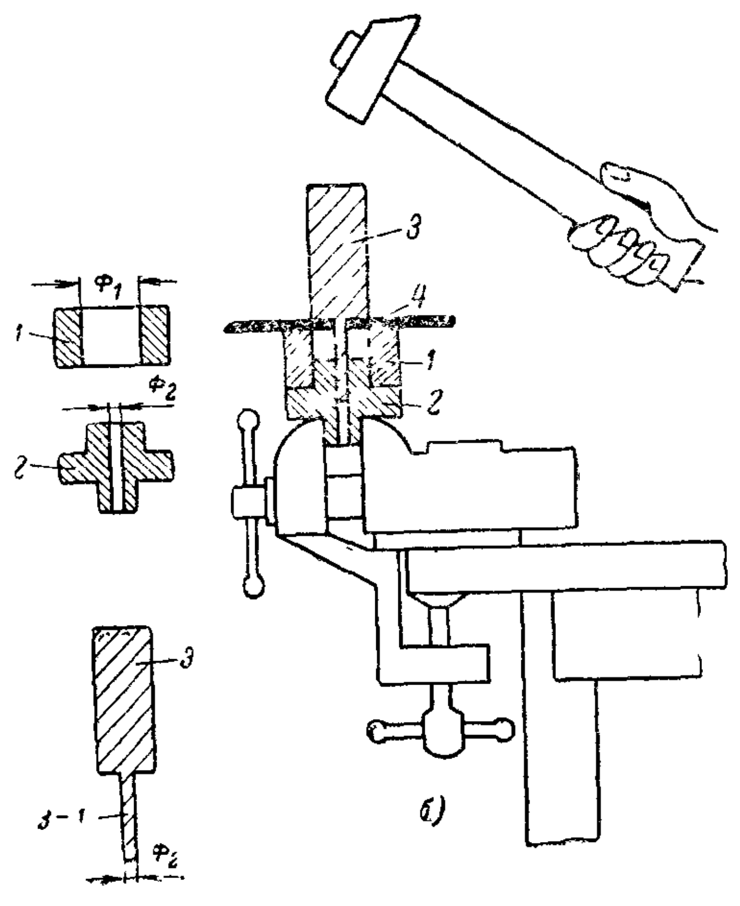


Рис. 65.

Конструкция пробойника изображена на рис. 65. Он состоит из трех основных частей: кольца с отверстием, равным пробиваемому, *1*, опоры с направляющим отверстием *2* и собственно пробойника *3*. Диаметр отверстия Φ_1 выбирается равным 10, 12, 14, 16, 19, 22, 28 *мм* (наиболее часто встречающиеся отверстия). Диаметр направляющего отверстия и направляющего стержня Φ_2 берут равным 8 *мм*. Изготавливают такой пробойник из твердых сортов стали, допускающих закалку.

Изготовленное и закаленное пробойное устройство собирается, как показано на рис. 65,*б*; причем в дюралевом листе *4*, в котором необходимо пробить отверстие, предварительно на нужном месте сверлят отверстие для направляющего стержня диаметром 8 *мм*, в которое затем вставляют направляющий штырь *3—1*, и ударом молотка производится пробивка.

Следует подчеркнуть, что пробойное устройство рассмотренного типа пригодно для пробивки отверстий только в мягких материалах. В жестких материалах отверстия лучше сверлить.

Способы исполнения надписей на приборах

Как отмечалось выше, внешний вид приборов и электронных установок определяется линиями кожуха, размещением органов управления на лицевой панели, окраской и качеством нанесения лакокрасочного покрытия. Но, кроме этого, существенным образом на общее впечатление от прибора влияет качество выполнения указательных надписей на лицевой панели. Правильно выбранные форма букв, размер шрифта и качество надписи или гравировки будут

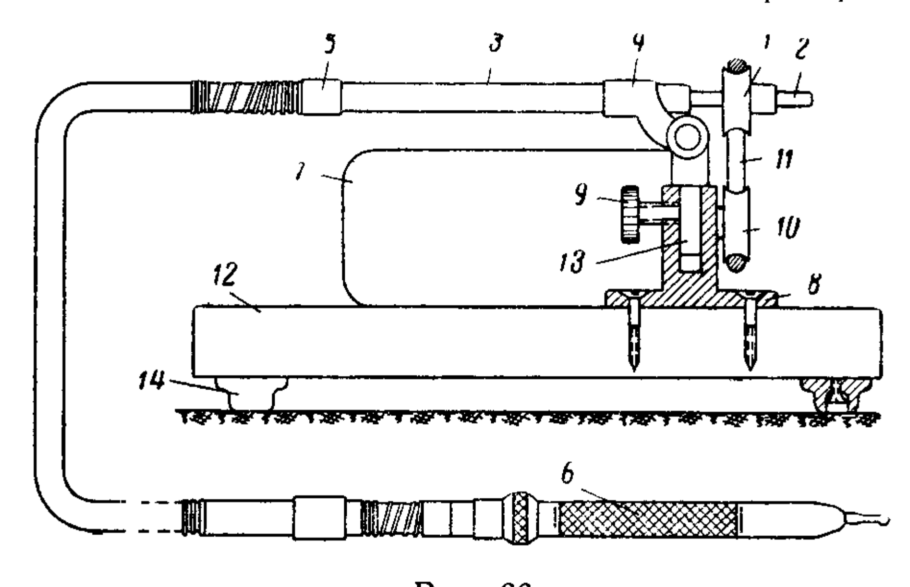
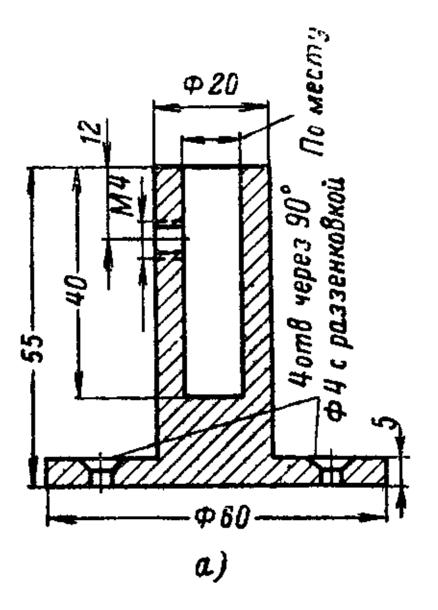


Рис. 66.

подчеркивать хорошее оформление прибора. Плохо выполненные надписи при неправильно выбранных размерах шрифта и форме букв могут свести на нет все внешнее оформление прибора. Надписи должны быть кратки, выразительны и аккуратны.

На рис. 66 схематически изображена простая установка для гравировки в домашних условиях. Она состоит из гибкого рукава от бормашины с прямым наконечником, электродвигателя *7* типа МШ, МШ-267 (от швейной машины), используемого в качестве привода, опорной стойки *8* и подставки *12*. Для изготовления этого гравировального устройства достаточно выточить опорную стойку *8* по размерам, обозначенным на рис. 67,*а*, и изготовить подставку из авиационной фанеры (можно текстолит) толщиной 15—20 *мм*, как показано на рис. 67,*б*. На подставке размещаются основные элементы гравировального аппарата: электродвигатель *7*, опорная стойка *8*, кронштейн *4* крепления соединительной трубки *3* с муфтой *5* гибкого рукава бормашины (см. рис. 66). Втулка кронштейна *13* зажимается болтом *9* в гнезде опорной стойки *8*. Сама опорная стойка крепится к подставке шурупами или болтами. На оси электродвигателя *7* насажен ролик *10*. На оси гибкого рукава бормашины *2* насажен ролик *1*. Ролики *1* и *10* соединены между собой гибким пассиком *11*, посредством которого вращение от электродвигателя передается на ось гибкого рукава бормашины. На конце гибкого рукава укреплен наконечник *6*, в котором закрепляются необходимые для гравировки зубоврачебные фрезы. С помощью такого простого устройства можно производить гравировку по пластмассам, дюралю, мягкой стали, можно выпиливать отверстия в гетинаксовых платах, делать канавки для укладки провода (при использовании шаговой намотки) в полистироловых и других каркасах и много других простых операций. Рукав от бормашины можно приобрести в магазинах по продаже медицинского оборудования.



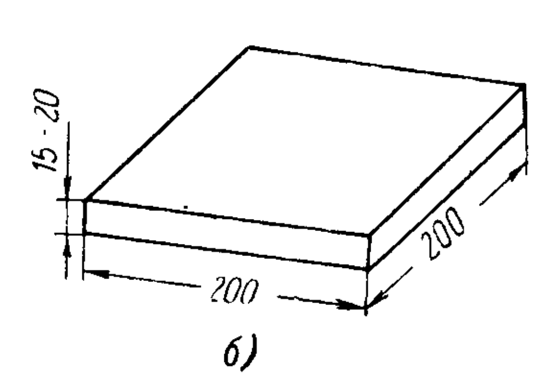


Рис. 67.

При использовании этой установки гравировку производят следующим образом. На окончательно окрашенной поверхности лицевой панели мягким карандашом либо стеклографом пишут выбранным шрифтом необходимые надписи. Затем включают установку и, не особенно крепко сжимая наконечник *6* в руках и регулируя число оборотов двигателя ножным реостатом, аккуратно опиливают буквы надписей. После небольшой предварительной тренировки можно добиться вполне удовлетворительного качества надписей.

В некоторых случаях надписи можно делать кисточкой прямо по окрашенной лицевой панели. Для этого используют краску, приготовленную по следующему рецепту. В клее типа БФ-2, БФ-6 разводят гуашь требуемого цвета. При этом должна получиться сметанообразная масса. Тонкой кисточкой, лучше колонковой, аккуратно по трафарету или от руки делают необходимые надписи. Удобство работы с краской, приготовленной по рассмотренно-

му рецепту, состоит в том, что она легко смывается спиртом. При выборе шрифта следует учитывать то, что при использовании сжатых по строке букв линии будут сливаться (особенно при написании букв Ж, И, М, У, И, №). Поэтому лучше выбирать широкие шрифты типа чертежных либо вытянутых по строке. Недостаток надписей, выполненных краской, состоит в том, что они непрочны, легко стираются даже при простом стирании пыли с лицевой панели. Но при соблюдении соответствующих мер предосторожности и хорошем исполнении надписей они неплохо смотрятся и могут быть рекомендованы для использования радиолюбителями, особенно теми из них, кто работает дома и не имеет необходимого оборудования для гравировки.

Компоновка прибора и монтаж

Несколько слов о компоновке прибора и его монтаже. Как показал опыт работы последних Всесоюзных выставок творчества радиолюбителей конструкторов, одними из часто встречающихся недостатков экспонатов являются плохо выполненные компоновка и монтаж. Компоновка и монтаж приборов — не менее важная задача, чем внешнее оформление.

Как правильно организовать работу по техническому исполнению задуманных конструкций? Существует один, хорошо зарекомендовавший себя порядок. В процессе разработки прибора отрабатываются на макете отдельные узлы, уточняются все сомнительные места принципиальной схемы. После того как предварительный этап закончен, все неясности принципиальной схемы ликвидированы и макет заработал, приступают к выполнению компоновки прибора. Это основная задача конструирования, так как часто проверенные на макетах схемы при неправильной компоновке оказываются полностью неработоспособными, так как между отдельными электрическими элементами конструкций существуют паразитные связи, за счет действия которых происходят самовозбуждение усилителей, ложные срабатывания пересчетных схем частотомеров и т. д. В отдельных случаях при неправильной компоновке приборов устранить влияние этих связей не удается, и прибор, выполненный по проверенной принципиальной схеме, оказывается неработоспособным.

Компоновку прибора проводят следующим образом Сначала разбивают схему прибора на отдельные блоки или узлы и намечают на шасси их расположение. При этом учитывают возможное взаимное влияние отдельных узлов (блоков). Узлы прибора должны быть размещены так, чтобы концы, соединяющие их друг с другом и каждый из них с источником питания, были как можно короче. Использование длинных концов приводит к возникновению паразитных связей. Сеточные цепи ламп, особенно в каскадах усиления высокой частоты, должны прокладываться вдали от анодных цепей последующих каскадов. Ни в коем случае нельзя использовать в качестве одного из проводников корпус или шасси прибора, так как при этом возникают паразитные связи между каскадами. Все заземленные концы, относящиеся к одной лампе, надо соединить в одной точке и эту точку заземлить. В каскадах усиления высокой частоты эта точка расположена в непосредственной близости от входной лампы.

Каждый узел (блок) должен быть доступен для регулировки и ремонта, длина соединительных проводов должна быть минимальной, а каждая деталь схемы доступна для замены, что достигается рациональным монтажом. Для выполнения рационального монтажа по принципиальной схеме составляют монтажную схему прибора в целом и монтажные схемы отдельных блоков и узлов. На ней показывают расположение всех деталей прибора, размеры которых соответствуют реальным, и расположение соединительных проводов. Если при монтаже используются жгуты проводов, то обязательно составляется схема распайки жгутов. В случае применения печатного монтажа составляют схему сверловки и протравки фольгированного гетинакса (наиболее распространенный материал для изготовления печатных плат), на которой указывают места установки контактных перемычек и расположения основных деталей на плате.

При конструировании приборов, состоящих из большого количества повторяющихся узлов или сменных блоков, перспективно применение блочного или модульного монтажа. Мы подразумеваем использование объемных модулей, так как плоские модули в условиях полукустарного производства изготовить практически невозможно. При использовании блочного (модульного) монтажа порядок составления монтажных схем отличается от порядка составления монтажных схем обычных приборов. Если в обычных приборах при составлении монтажных схем сначала намечают расположение основных крупных деталей на шасси, потом прокладывают цепи питания анодов и накала ламп (цепи питания коллекторов и эмиттеров транзисторов) и намечают места расположения монтажных плат, показывают схему расположения и распайки деталей на монтажных платах, то в случае применения блоков и модулей порядок составления монтажной схемы другой. Отличие заключается в том, что сначала разбивают принципиальную схему на ряд отдельных элементарных узлов, выделяют одинаковые узлы и намечают те из них, которые есть смысл изготовить в модульном или блочном исполнении. Модульное исполнение применяется для монтажа схем на транзисторах. Для монтажа схем на лампах лучше блочное исполнение. Удобство применения модулей и блоков в том, что простой их компоновкой можно получать устройства самого различного назначения. При использовании модульного или блочного решения довольно легко осуществлять ремонт установок простой заменой неисправных блоков и модулей. Обязательным условием их применения является наличие повторяющихся узлов в схемах либо возможности резкого изменения параметров прибора простой сменой блоков или модулей.

Последнее, на что надо обратить внимание при монтаже и компоновке установок, это подбор радиодеталей. При подборе сопротивлений важно соблюдать ваттность. Подбор заниженных по мощности сопротивлений приведет к быстрому их выходу из строя. При выборе конденсаторов дело обстоит сложнее. Конденсаторы в схемах выполняют довольно многочисленные функции В цепях фильтров, развязки между каскадами, блокировки, в переходных цепях, в колебательных контурах — везде стоят конденсаторы При этом в зависимости от назначения применяют конденсаторы разных типов. Так, в цепях электрических фильтров и цепях развязки между каскадами используют конденсаторы ти-

пов БГМ, БГТ, МБГЦ, ПО, ПМ, ПОВ, ПСО, ФГТ, ПГТ, КЭ, ЭМ, ЭММ, ЭГЦ, БМ, БГМТ, КБГ, КБП, КБГО, КБГП и многие другие. Практически в цепях постоянного тока могут использоваться все известные типы конденсаторов.

В цепях переменного тока — в качестве разделительных, блокировочных, в качестве времязадающих элементов в различных генераторах импульсов используются конденсаторы типов КСО, СГМ, КСГ, КС, МПГ, ФТ, ПКГТ, МБГЧ, МБГО и другие.

В колебательных контурах использование рассмотренных выше конденсаторов нежелательно, так как большинство из них обладает, помимо емкости, и значительной индуктивностью. Последнее связано с тем, что они представляют собой свернутую в рулон металлическую фольгу. Поэтому в колебательных контурах, а также и в высокочастотных цепях желательно использовать керамические конденсаторы типов КТК, КТН, КТМБ, КТМ, КТП, КДМ, КПК, КДК, КДУ, КО, КДО, КДС. Керамическим конденсаторам вообще иадо отдавать предпочтение перед конденсаторами других типов на частотах свыше 0,5 *мгц*.

ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Электрометр на транзисторах

На рис. 68 изображена принципиальная схема электрометра иа транзисторах радиолюбителей Ю. И. Грибанова и Г. Н. Фесенко. Электрометр предназначен для измерения электрических зарядов при исследовании электростатических полей, для определения потенциалов в высокоомных цепях, малых постоянных и медленно меняющихся токов в лабораторных и производственных условиях

Основные особенности электрометра:

1. Во входном каскаде применена электронная лампа стержневой серии в обращенном режиме с симметричным включением нагрузки в цепи второй и третьей сеток.

2. Для снижения дрейфа и улучшения согласований каскадов усилителя в электрометре применена модуляция сигнала переменным синусоидальным напряжением, подаваемым от специального генератора на первую сетку лампы

3. За исключением первого (входного) каскада, электрометр выполнен на транзисторах.

Электрометр позволяет измерять постоянные напряжения в пределах от 0 до 100 *в*. Для повышения точности измерений указанный диапазон разбит на пять поддиапазонов: 0—1, 0—5, 0—10, 0—50, 0—100 *в*. Входное сопротивление в зависимости от поддиапазона колеблется от $2{,}6\cdot10^{14}$ до $4{,}5\cdot10^{15}$ *ом*. Дрейф схемы не превышает 1 *мв/ч*. Уровень шумов находится в пределах 1 *мв*. Габариты прибора 320×150×75 *мм*. Внешний вид показан на рис. 69.

Как видно из рис. 68, нагрузкой входной лампы $Л_1$ в обращенном режиме является трансформатор $Тр_1$, включенный симметрично и настроенный в резонанс с помощью конденсатора C_1. Напряжение со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ поступает на вход трехкаскадного усилителя, собранного на транзисторах T_1—T_3. С выхода усилителя сигнал поступает на фазочувствительный детектор. Нагрузкой детектора служит трансформатор $Тр_2$, настроенный в резонанс с помощью конденсатора C_{12}. Выпрямленное напряжение допол-

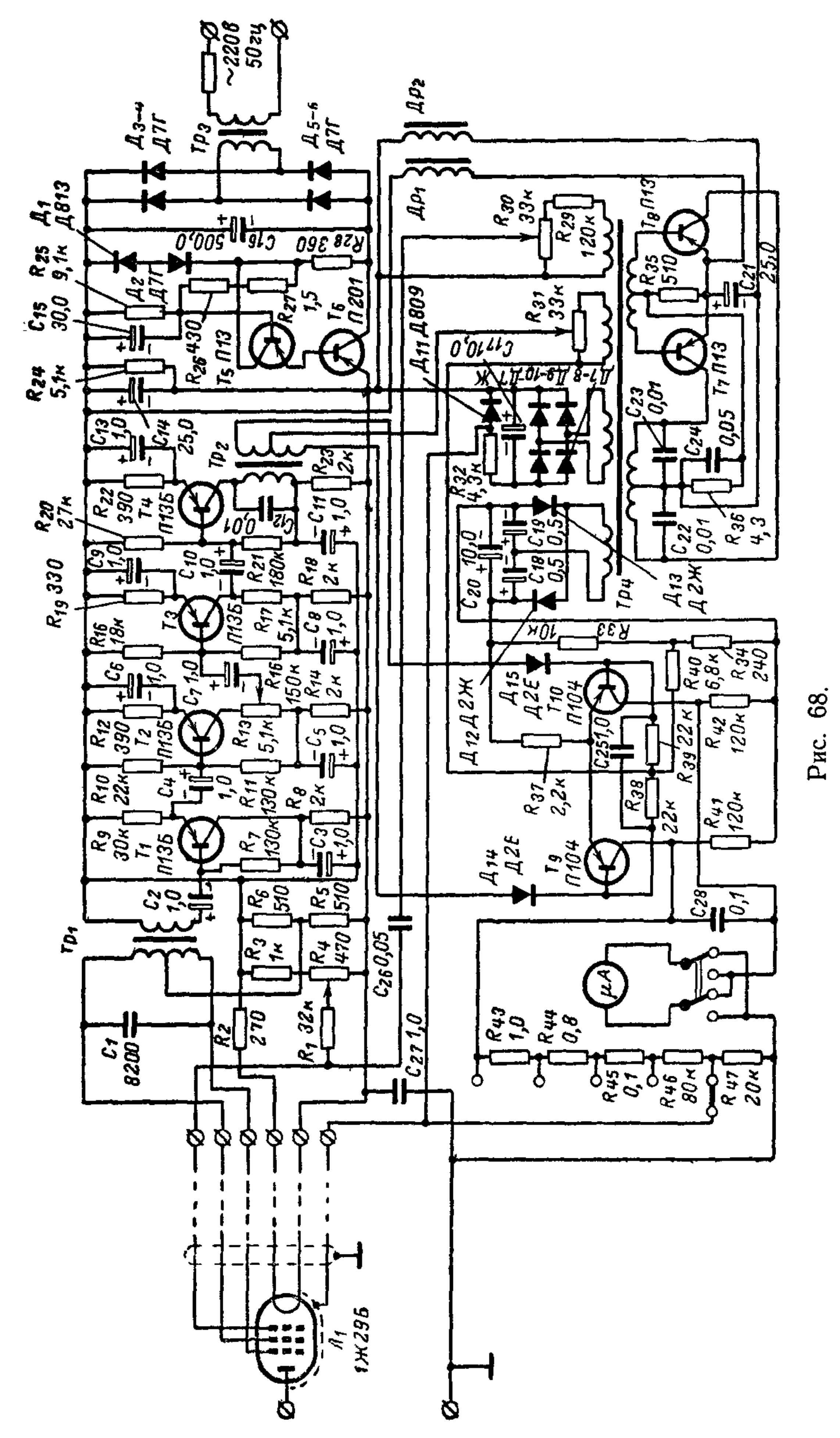


Рис. 68.

нительно усиливается балансным усилителем, выполненным на транзисторах T_9 и T_{10}, с нагрузки которого (резисторы R_{43}—R_{47}) снимается напряжение обратной связи. Генератор переменного напряжения выполнен на транзисторах T_7—T_8 по двухтактной схеме. Генератор выполняет роль модулятора и преобразователя постоянного напряжения для питания балансного усилителя и задания начального смещения на лампу.

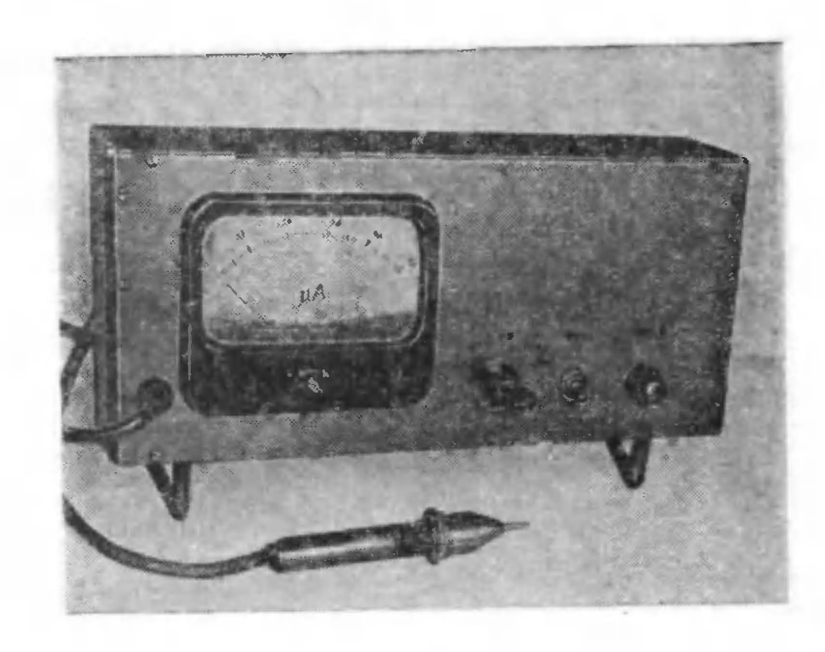


Рис. 69.

Электрометр питается от сети переменного тока напряжением 220 *в*. Напряжение постоянного тока стабилизировано. Стабилизатор выполнен на транзисторах T_5, T_6 и стабилитроне $Д_1$. Остальные элементы схемы очевидны и особых пояснений не требуют. Конструктивно прибор выполнен в виде двух блоков: собственно прибора и выносной головки, в которой размещена лампа. Разрез выносной головки показан на рис. 70. Она состоит из щупа *1*, помещенного во фторопластовый изолятор *2* и соединенного с анодом лампы, охранного конуса *3*, электрически соединенного с цепью обратной связи, втулки *4*, предохранительной шайбы *5*, латунного экрана *6*, эбонитовой трубки *7* и дюралевого кожуха *8*. Длина головки 133 *мм*, диаметр — 16 *мм*. Схема прибора смонтирована в дюралевом корпусе, разделенном двойными экранами (железо, латунь) на три части. Передняя и задняя стенки прибора съемные. В отсеках корпуса размещены отдельно усилитель с демодулятором, генератор и выпрямитель со стабилизатором.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ намотаны на тороидальных сердечниках типа МФ-2000 диаметром 17 *мм*. Трансформатор $Тр_4$ намотан на двух сложенных вместе сердечниках типа МФ-2000 того же диаметра. Первичная обмотка трансформатора $Тр_1$ содержит 2×150 витков, вторичная — 50 витков; первичная обмотка $Тр_2$—150 витков, вторичная — 2×150 витков; обмотка в базах транзисторов трансформатора $Тр_4$—2×15 витков, обмотка в коллекторных цепях — 2×30, обмотка смещения — 48 витков, обмотка питания балансного каскада — 260 витков. Обмотки всех трех трансформаторов намотаны проводом ПЭВ-2 0,15 *мм*. Трансформатор $Тр_3$ намотан на сердечнике Ш18×18. Первичная обмотка — 2 200 витков провода ПЭВ-2 0,1 *мм*, вторичная — 130 витков провода ПЭВ-2 0,15 *мм*.

В качестве индикаторного прибора в схеме использован микроамперметр типа М-265 на 50 *мка*. Прибор прост в наладке и надежен в работе.

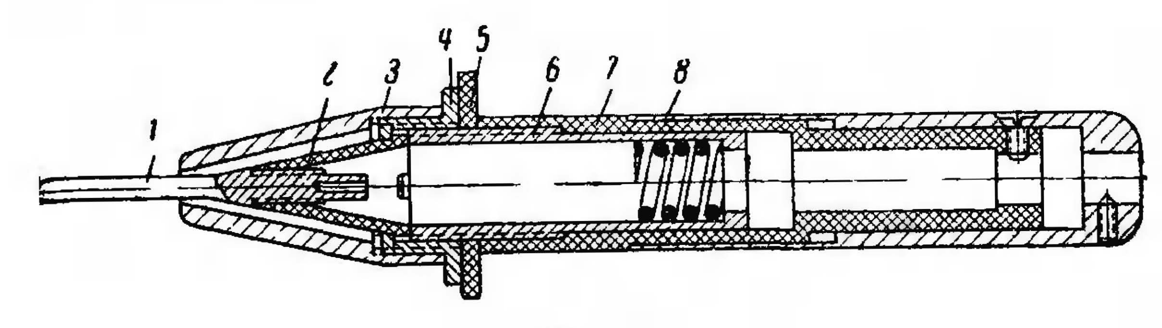


Рис. 70.

Гальваностат

На рис. 71 показана функциональная схема прибора для поддержания постоянного тока в электрохимической ячейке — гальваностата. Авторы конструкции — Е. В. Кучис и Т. З. Язбутис. Напряжение снимается с резисторов R_{22}, R_{44}, R_{54}, последовательно с которыми включена электрохимическая ячейка. При изменении тока через ячейку (в силу каких-либо причин) изменяется величина смещения на сетке лампы $Л_1$, что приводит к изменению напряжения $U_{вых}$ и восстановлению первоначальной величины $U_{вх}$. Для повышения чувствительности схемы и ее быстродействия в схеме используется усилитель *К*. Ток через ячейку контролируется стрелочным индикатором, включенным так, что полное отклонение стрелки соответствует падению напряжения, равному 1 *в* на шунте R_{25}. Принципиальная схема гальваностата показана на рис. 72. Усилитель выполнен на лампе $Л_4$ и обеспечивает коэффициент усиления, равный 300. Сигнал с анода лампы через двойной катодный повторитель, собранный на лампе $Л_3$, поступает на сетку регулирующей лампы $Л_1$. Схема проста в наладке и при правильно выполненном монтаже не требует дополнительной регулировки. При подборе деталей схемы необходимо учитывать ваттность указанных в схеме резисторов, так как она влияет на величину дрейфа схемы по току. Прибор может быть использован как обычный стабилизатор напря-

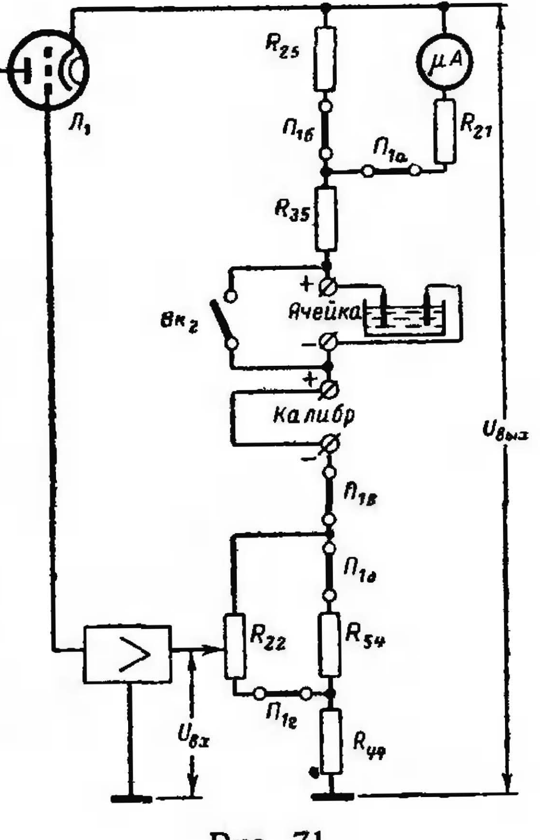


Рис. 71.

жения. Для этого с помощью переключателя $П_1$ входной делитель напряжения R_{22}, R_{54}, R_{44} подключается непосредственно к катоду регулирующей лампы $Л_1$, с которого через соответствующий контакт переключателя $П_{1б}$ и снимается выходное напряжение. Основные технические данные прибора: диапазон регулируемых токов 20 *мка* —

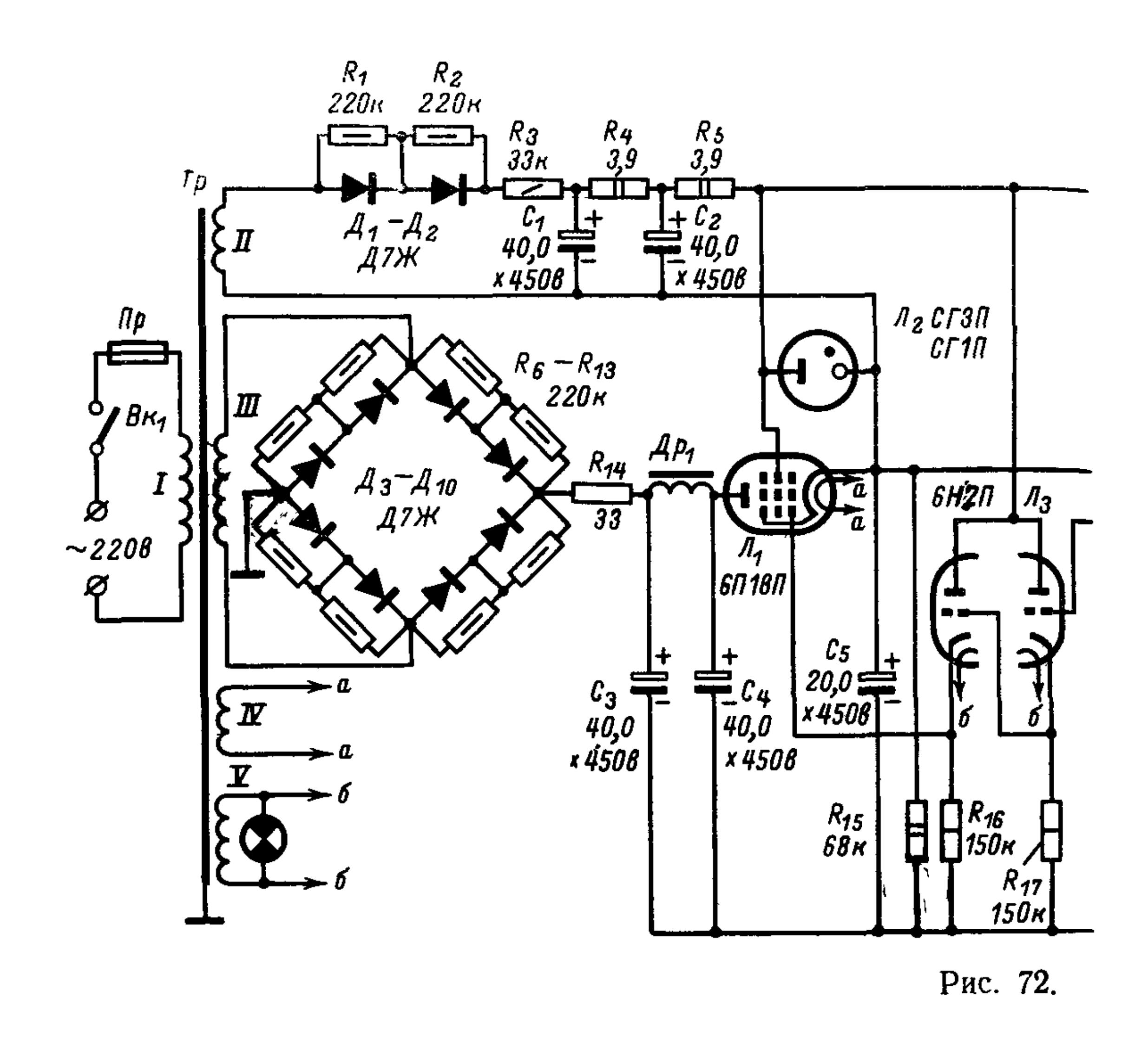


Рис. 72.

120 *ма,* диапазон регулируемых напряжений 40—300 *в* при максимальном токе до 100 *ма*. Силовой трансформатор намотан на сердечнике типа ШЛ 20×40. Обмотка *1* содержит 780 витков провода ПЭВ 0,47, обмотка *2*—955 витков провода ПЭВ 0,12, обмотка *3*—1035 витков провода ПЭВ 0,27, обмотка *4*—27 витков провода ПЭВ 0.64, обмотка *5*—26 витков провода ПЭВ 0,59.

Аппарат для определения микробактерий туберкулеза

На рис. 73 показана блок-схема аппарата для определения микробактерий туберкулеза радиолюбителей-врачей Г. Е. Шакиниди и Л. А. Костюковского и радиоспециалистов К. И. Назарова и А. С. Клюсовца. Для обнаружения микробактерий туберкулеза под микроскопом необходимо, чтобы в каждом кубическом миллиметре исследуемого материала (мокрота, плевральный эксудат, спинномозговая жидкость) находилось не менее 40—50 тыс. бактерий. Если их оказывается меньше, то обнаружить их обычным способом не-

возможно. В предложенной конструкции аппарата эта трудность легко преодолевается. Бактерии туберкулеза имеют вид вытянутых тел — палочек, обладающих полярными свойствами. Это свойство было положено в основу конструкции рассматриваемого прибора. Прибор состоит из стабилизированного источника постоянного напряжения, устройства для регулирования тока, индикатора и десяти гальванических ванн. Прибор позволяет подготовлять к исследова-

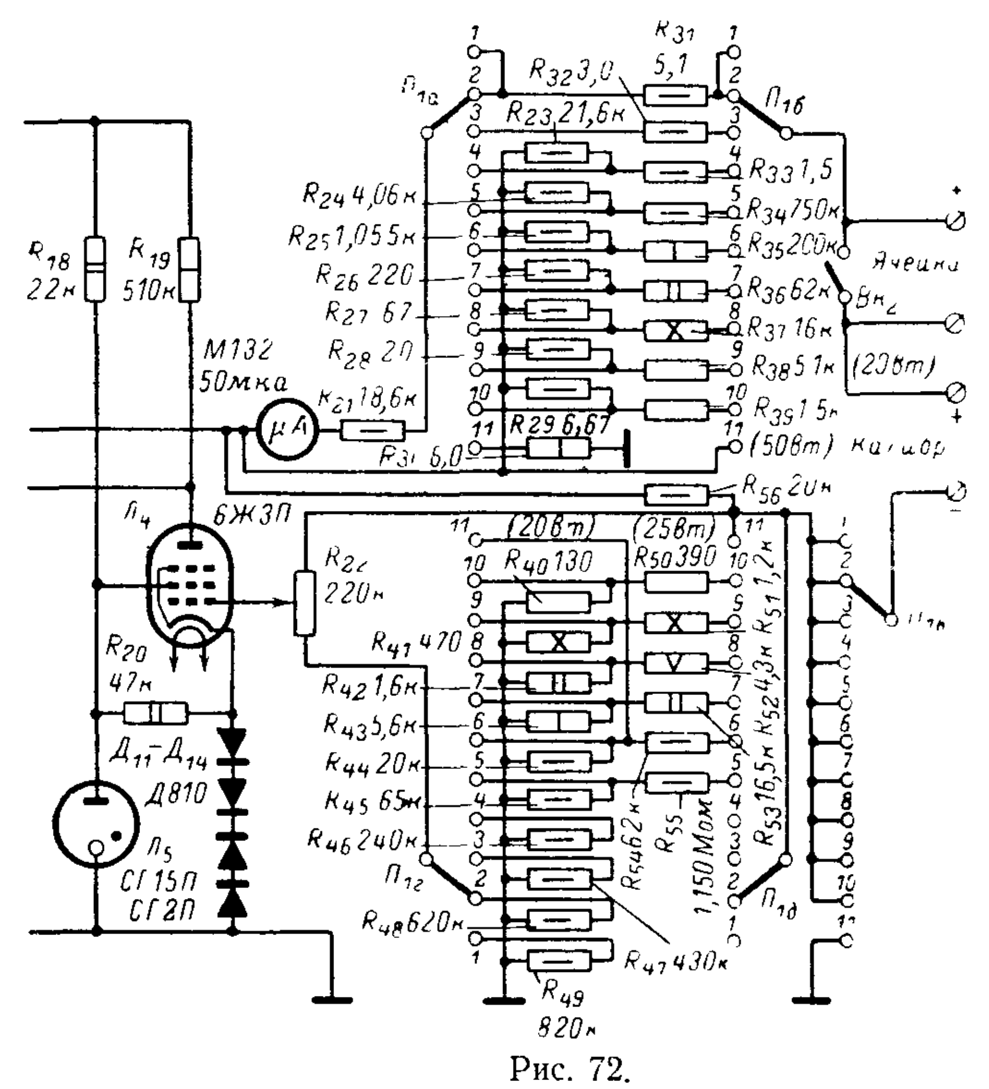


Рис. 72.

нию под микроскопом материал одновременно десяти больных. Гальваническая ванна состоит из капиллярного электрода (стеклянная трубка, внутри которой находится электрод) и собственно ванны. После тридцатиминутного включения источника тока капиллярный электрод извлекается из ванны, и содержимое капилляра при помощи резиновой груши выдувается на предметное стекло для исследований. Принципиальная схема блока питания показана на рис. 74. Это простой электронный стабилизатор напряжения, выполненный на транзисторах. Величина тока на выходе регулируется путем подбора величины выходного напряжения.

Управляемый выпрямитель

На рис. 75 показаны схема управляемого двухполупериодного выпрямителя, разработанная радиолюбителями Гинзбургом и Кузьминых, и диаграммы, поясняющие принцип его действия. Это выпря-

митель, выполненный по мостовой схеме на двух тиристорах типа ВКДУ-150 и двух кремниевых выпрямительных вентилях типа ВКД-200. Принцип действия выпрямителя отличается от обычных выпрямительных схем. Чтобы через тиристор шел ток, на его управ-

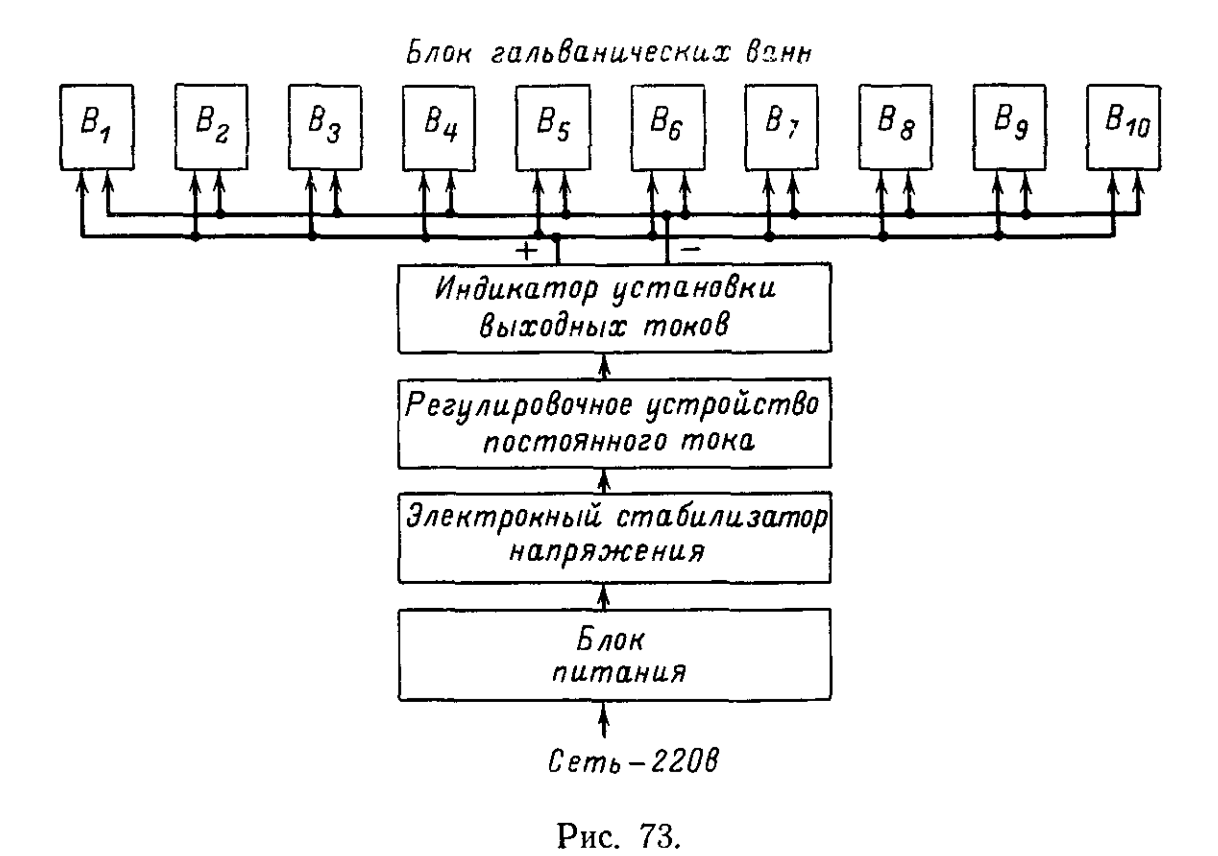


Рис. 73.

ляющий электрод должен быть подан импульс напряжения. На входные зажимы выпрямителя *1—1* подается синусоидальное напряжение, форма которого показана на рис. 75,*б-1*. С некоторым запаздыванием по фазе на управляющие электроды тиристоров приходят

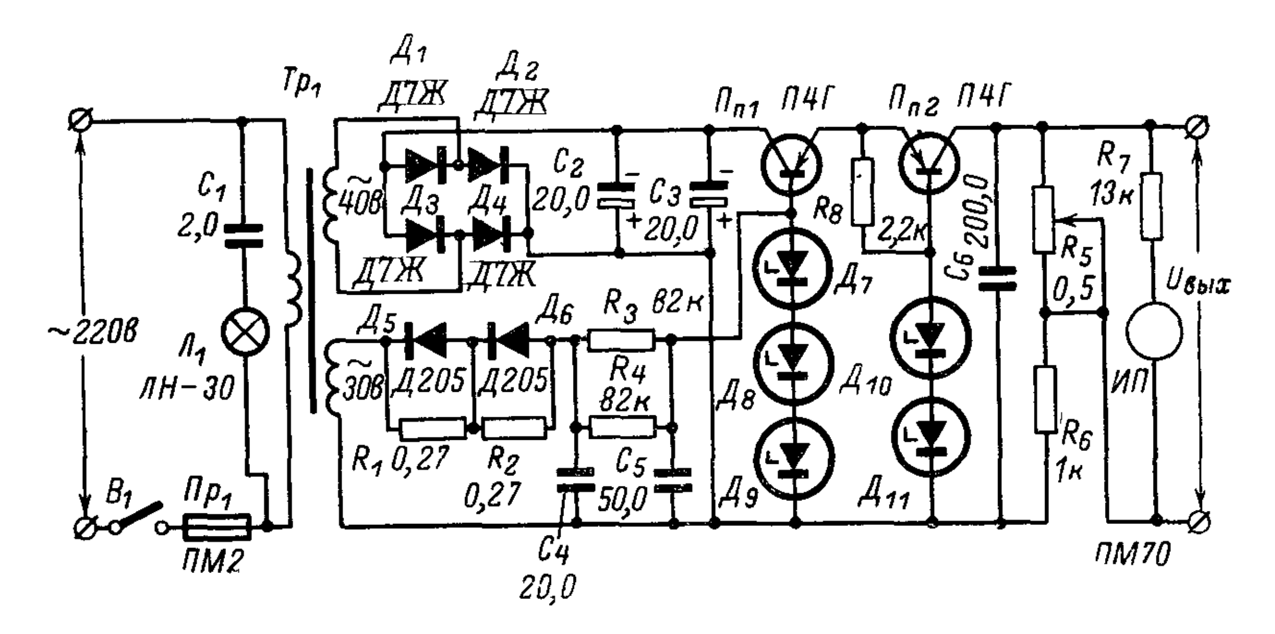
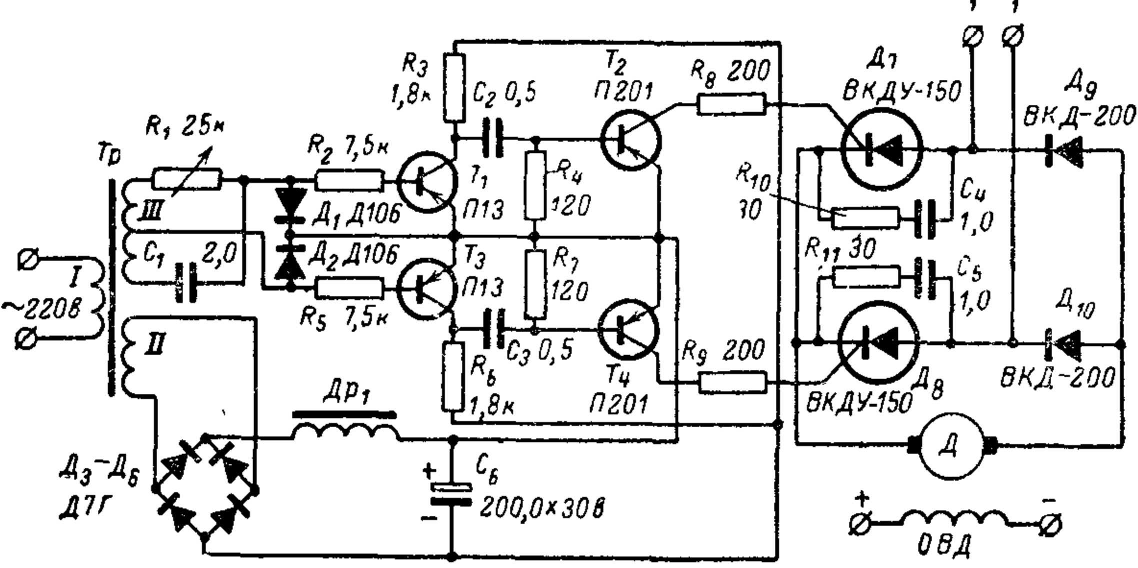


Рис. 74.

импульсы напряжения, форма которых показана на рис. 75,*б-2*. До прихода этих импульсов тиристоры были заперты. В момент прихода импульсов они открываются и начинает идти ток в течение



времени, пока к рабочим электродам тиристора приложено напряжение положительной фазы. Регулируя время запаздывания отпирающего импульса статическим фазорегулятором R_1C_1, можно в необходимых пределах управлять величиной выпрямленного тока. Форма выпрямленного тока показана на рис. 75,*б-3*. Блок управляющих импульсов выполнен на транзисторах T_1—T_4. Мощность сигнала управления должна быть не ниже 1 *вт*. Выходная мощность выпрямителя достигает величины 30 *квт*. Рассмотренный прибор применялся для управления электродвигателями серии «П». Напряжение на выходе выпрямителя регулируется в пределах 5—220 *в*. Данные трансформатора: сердечник типа Ш-28 при толщине набора 24 *мм*, обмотка *I* содержит 800 витков, обмотка *II* — 110 витков, обмотка *III*—110 витков с отводом от 55-го витка. Все обмотки намотаны проводом ПЭЛ 0,41.

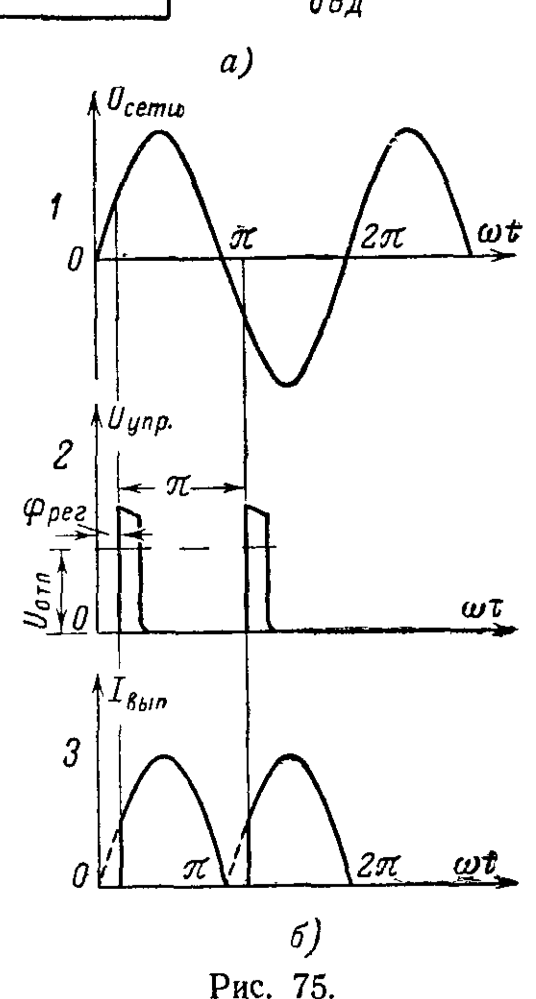


Рис. 75.

Электронное зажигание в автомобилях

Другим примером использования тиристоров в радиолюбительской практике может служить система зажигания для автомобилей, разработанная радиолюбителями В. Ф. Немцовым и А. Х. Синельниковым (рис. 76). Система состоит из преобразователя постоянного

напряжения в переменное, выполненного на транзисторах T_1 и T_2, повышающего трансформатора *Тр*, двухполупериодного выпрямителя, выполненного на диодах $Д_1$—$Д_4$ по мостовой схеме, накопительных конденсаторов C_3 и C_4, бесконтактного выключателя на тиристорах и схемы управления. Бесконтактный выключатель состоит из двух тиристоров типа КУ201Ж и резисторов R_5, R_6, которые служат для подключения накопительных конденсаторов к катушке зажигания Цепь управления бесконтактными выключателями (переключателями) состоит из диодов типа Д226Е (диоды $Д_5$, $Д_6$, $Д_9$—$Д_{11}$), конденсато-

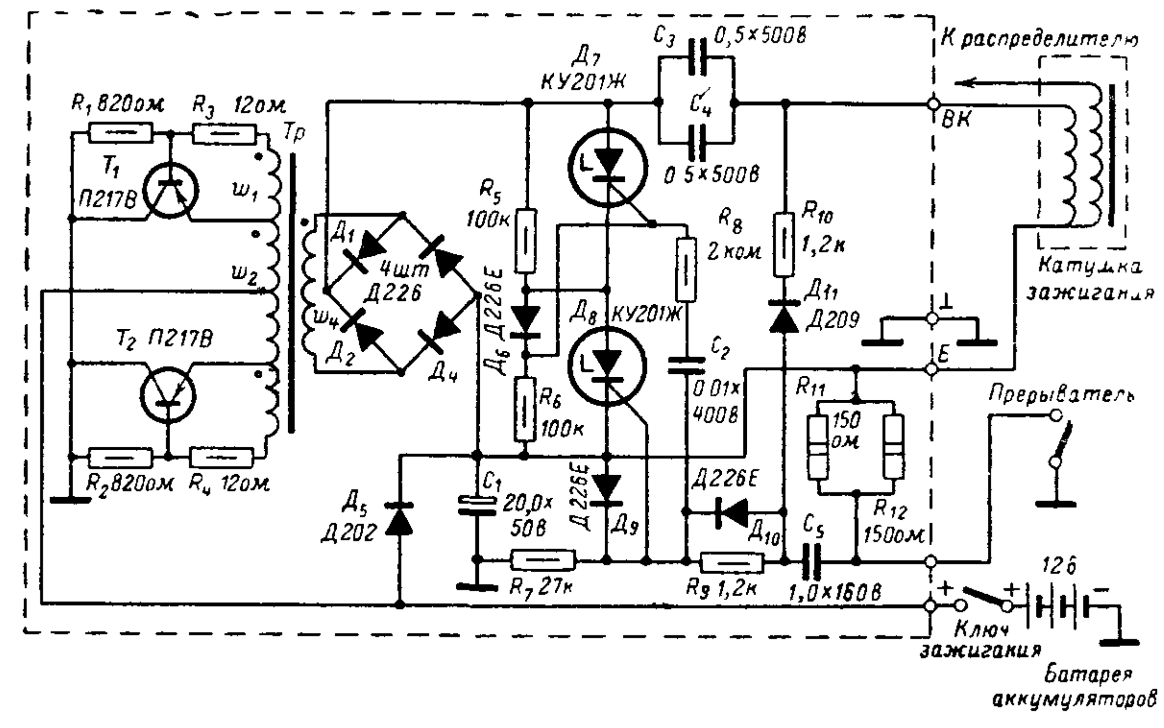


Рис. 76.

ров C_1, C_2, C_5 и резисторов R_7—R_{12}. При включении зажигания автомобиля начинает работать преобразователь напряжения. На его выходе возникает постоянное напряжение амплитудой 400 *в*. До этого значения напряжения заряжаются накопительные емкости C_3 и C_4. Тиристоры в этот момент находятся в закрытом состоянии. При замыкании контактов прерывателя заряжается емкость C_5 до напряжения амплнтудой 12 *в* (напряжение на контактах аккумуляторной батареи). При размыкании контактов прерывателя конденсатор C_5 разряжается через диод $Д_{10}$, управляющий электрод тиристора $Д_8$ и резисторы R_{11}, R_{12}. Тиристор $Д_8$ открывается, что в свою очередь приводит к открыванию тиристора $Д_7$, и накопительные емкости C_3, C_4 разряжаются через тиристоры и первичную обмотку катушки зажигания. При этом на вторичной обмотке выделяется импульс высокого напряжения, достаточный для пробоя искрового промежутка свечей автомобиля. Так как тиристоры в открытом состоянии имеют низкое сопротивление, то они шунтируют преобразователь и тот прекращает свою работу. Напряжение на рабочих электродах тиристоров падает, они запираются и схема возвращается в исходное состояние. Затем процесс повторяется с необходимой частотой искрообразования. Применение системы электронного зажигания автомобиля значительно увеличивает срок работы двигателя за счет повышения равномерности работы двигателя, уменьшения

загрязнения масла в картере, уменьшения времени работы двигателя с закрытой воздушной заслонкой при запуске. Кроме этого, значительно увеличиваются экономические показатели работы автомобиля.

Прибор для измерения терморегуляции человеческого организма

На рис. 77 показана электрическая схема прибора для определения степени закалки или терморегуляции человеческого организма, от которой зависит, может ли он работать в условиях горячих или холодных цехов, в местах с холодным или жарким климатом. Для решения этой задачи радиолюбители О. Н. Алеутская и Н И. Лобацевич сконструировали прибор «Диона». Прибор состоит из двух источников постоянного напряжения: один для питания

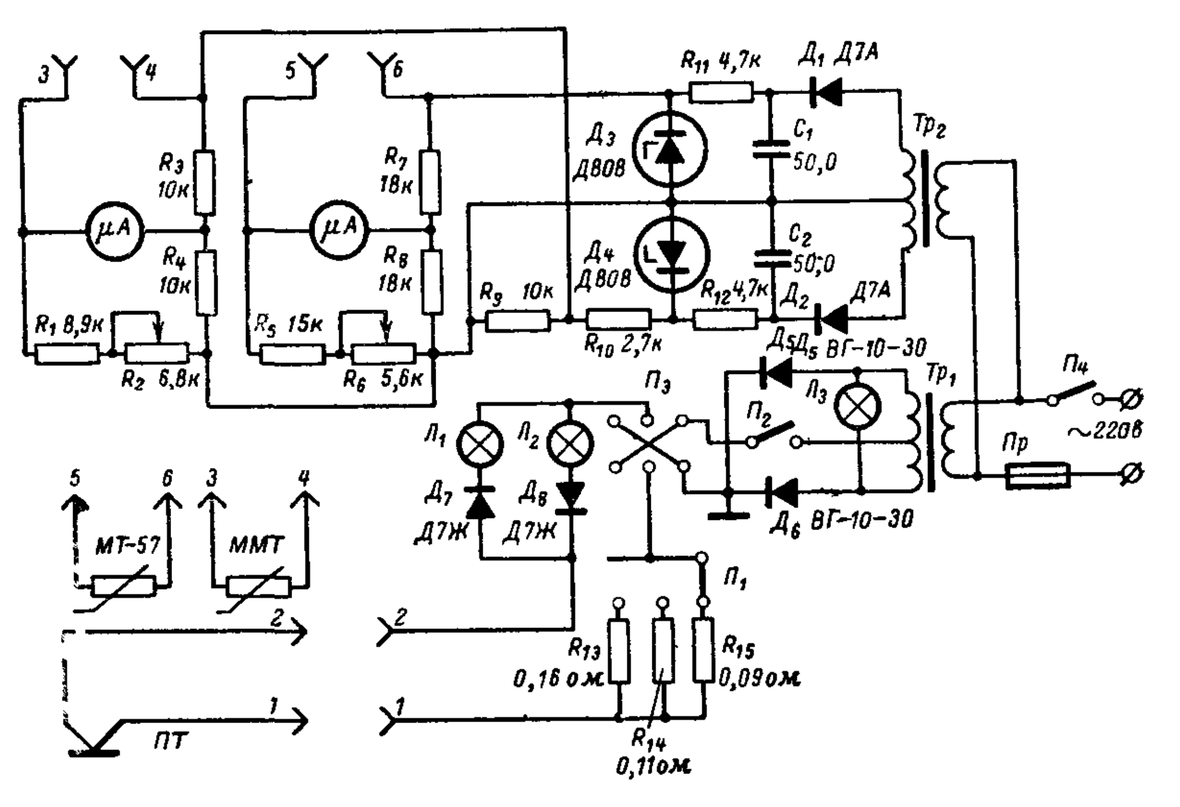


Рис. 77.

полупроводниковых термоэлементов, другой для питания измерительных мостов постоянного тока. Первый выпрямитель выполнен на мощных германиевых диодах типа ВГ-10-30, так как для питания термоэлементов требуется постоянное напряжение амплитудой 2,5 *в* при токе нагрузки до 25 *а*. Второй выпрямитель выполнен на германиевых диодах типа Д7А. В качестве датчиков температуры используются точечный термистор типа МТ-57 для измерения температуры кожи и термистор типа ММТ для измерения температуры рабочей поверхности полупроводникового термоэлемента. Принцип работы полупроводникового термоэлемента основан на эффекте Пельтье, который заключается в том, что при пропускании через полупроводник электрического постоянного тока на одном его слое происходит выделение тепла, а на другом — поглощение. Датчик состоит из 8 термоэлементов, расположенных по окружности и за-

литых эпоксидным клеем. В центре датчика имеется сквозное термоизолированное отверстие, в котором расположен точечный термистор для измерения температуры кожи. Термистор для измерения температуры рабочей поверхности датчика заделан непосредственно в корпус. Переключатель $П_3$ предназначен для изменения режима работы датчика переключения: холод — тепло. Для включения термоэлементов служит тумблер $П_2$, а для изменения тока через термоэлемент — переключатель $П_1$. Датчик прибора подсоединяется к выбранному участку кожи, и при выключенном термоэлементе измеряется его температура. Термоэлемент при этом не касается кожи. Затем включают термоэлемент на режим «Тепло» и нагревают его до той же температуры. После этого датчик прижимают к коже и начинают охлаждать. При охлаждении поверхности кожи с помощью датчика температура кожи в центре датчика за счет терморегуляции будет оставаться постоянной до тех пор, пока не будет пройден определенный порог, определяемый степенью закалки. Чем больше разница температур между центральной (неохлаждаемой) частью датчика в начальный момент измерения и температурой порога, тем выше степень закалки. После достижения температуры порога температура в центре датчика, измеряемая точечным термистором, будет понижаться. Аналогичный эффект фиксируется при повышении температуры рабочей поверхности датчика относительно центральной части. Как видно из рассмотрения схемы прибора, он предельно прост по замыслу и техническому исполнению, но позволяет получать объективную информацию о таких свойствах организма, как закалка или степень его приспосабливаемости к внешним условиям.

Прибор для сбора пчелиного яда

Радиолюбителем А. С. Минеглой предложен прибор для сбора пчелиного яда. Его принципиальная схема изображена на рис. 78, а внешний вид на рис. 79. Принцип действия прибора основан на искусственном раздражении пчел импульсами напряжения длительностью порядка 1 *сек* и амплитудой порядка 70 *в*, поступающими с блока питания на кассету-раздражитель. Блок питания прибора универсальный. В нем предусмотрена возможность питания прибора как от сети, так и от батарей. Для питания прибора от батарей используется преобразователь напряжения на транзисторах T_1 и T_2. Импульсы необходимой длительности формируются мультивибратором, выполненным на транзисторах T_3 и T_4. Импульсы с выхода мультивибратора подаются на управляющий электрод тиристора — управляемого вентиля. С выхода тиристора импульсы требуемой длительности и амплитуды поступают на сетчатые электроды кассеты. Для выбора оптимального режима работы в приборе предусмотрена регулировка длительности и частоты посылок импульсов (переменные резисторы R_6 и R_8). Прибор прост, надежен в работе и значительно упрощает операцию по сбору пчелиного яда.

Анализатор содержания железа в рудном концентрате

На рис. 80 изображена принципиальная схема анализатора содержания магнитного железа в концентратах и отходах обогатительных фабрик. Авторы конструкции — радиолюбители И. В. Глызин, Г. Ф. Самойлов, В. И. Черданцев.

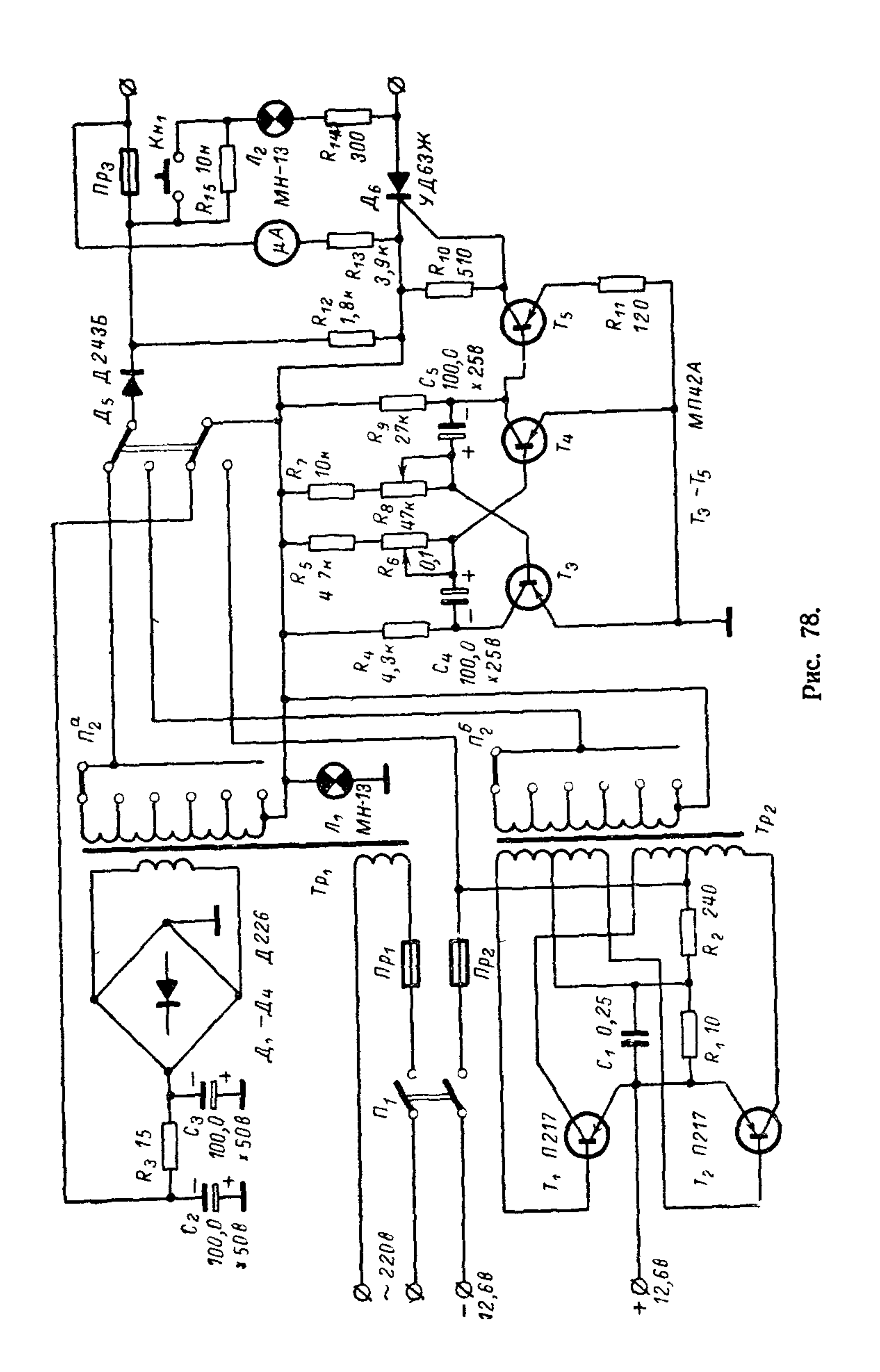


Рис. 78.

Принцип действия прибора основан на изменении индуктивного сопротивления датчика в зависимости от содержания ферромагнитных материалов в исследуемом рудном концентрате, составляющем наружную часть магнитопровода. Прибор состоит из дифференциального трансформаторного датчика, усилителя сигнала разбаланса, выполненного на транзисторах T_1—T_4, детектора, выполненного по мостовой схеме на диодах $Д_1$—$Д_2$ и резисторах R_{18} и R_{19}, и стабилизированного выпрямителя, выполненного по стандартной схеме на транзисторах T_5, T_6 и диодах $Д_3$—$Д_8$. Отличительной особенностью датчика является, то что для выравнивания магнитного потока

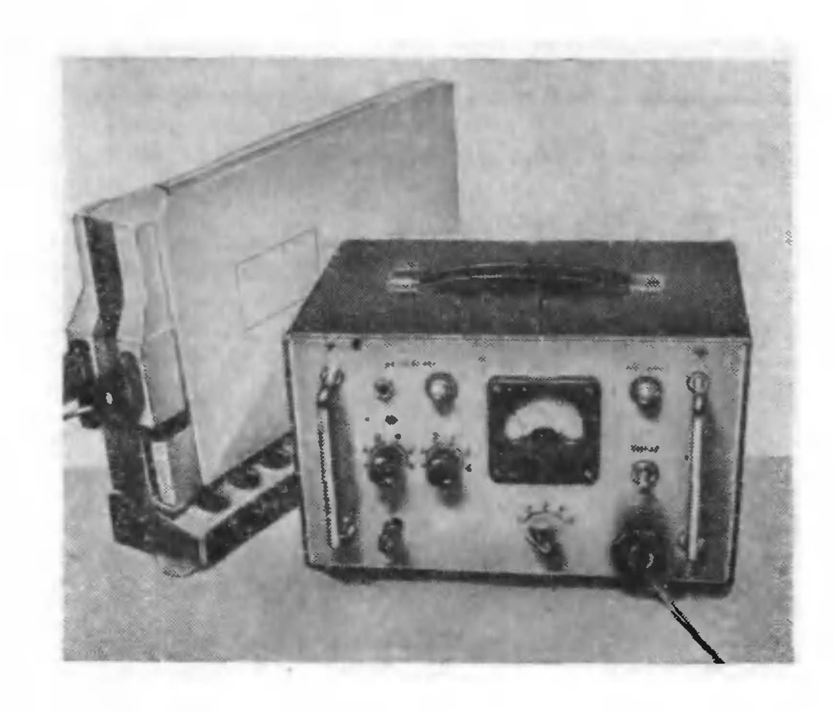


Рис. 79.

средняя часть Ш-образного сердечника имеет наклонный вырез, как показано на схеме рис. 80. Датчик состоит из двух трансформаторов, обмотки которых, как первичная, так и вторичная, включены навстречу. Начальная балансировка схемы осуществляется изменением положения металлической пластины *1* относительно Ш-образного сердечника трансформатора Tp_2 при отсутствии измеряемого материала. Меняя положение этой пластины, добиваются полного исчезновения сигнала разбаланса. Испытуемый материал в виде порошка равномерного помола засыпается в коробку из оргстекла *2*. При этом отклонение стрелки индикатора пропорционально содержанию ферромагнитного материала в исследуемом порошке. Датчик прибора собран на двух сердечниках из пластин типа Ш-16 при толщине набора, равной 32 *мм*. Средняя часть Ш-образного сердечника срезана под углом 40°. Первичные обмотки датчика намотаны проводом ПЭВ 0,47 и содержат по 146 витков, вторичные — намотаны проводом ПЭВ 0,12 и содержат по 3 000 витков. Для изготовления датчиков можно использовать трансформаторы типа ТВК (выходные трансформаторы кадров), переделав в них среднюю часть сердечника. Первичные обмотки трансформаторов датчиков питаются напряжением 18 *в*, снимаемым со вторичной обмотки силового трансформатора Tp_1. Силовой трансформатор также намотан на сердеч-

нике типа Ш-16 при толщине набора 32 *мм*. Для питания датчика с его обмотки снимается напряжение 18 *в*; для питания сигнальной лампочки — 6,3 *в*; для питания стабилизированного выпрямителя — 14 *в*. Внешний вид прибора изображен на рис. 60,*д*.

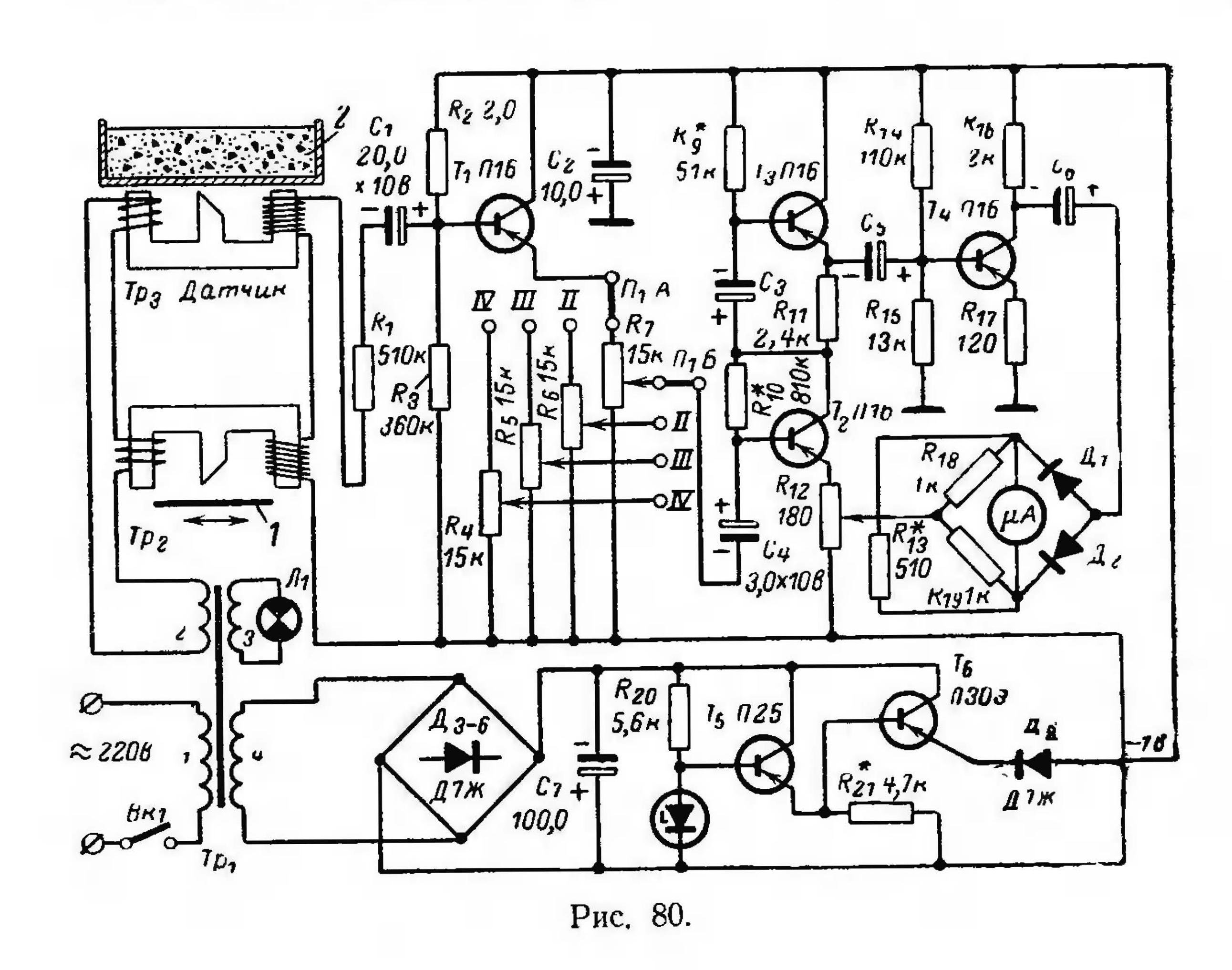


Рис. 80.

Электронный указатель поворотов автомобиля

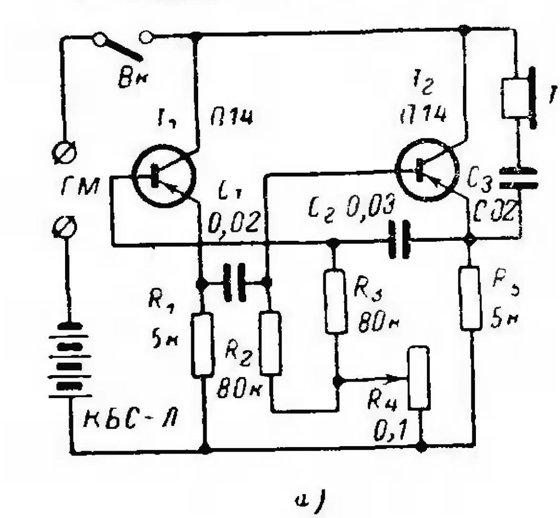
На рис. 81 показана схема электронного блока указателя поворотов автомобиля конструкции Н. А. Лубяницкого. Схема выполнена на четырех транзисторах и представляет собой два мультивибратора, работающих в режиме автоколебаний. Частота и равномерность работы лампы ($Л_1$, $Л_4$ — контрольные лампочки, $Л_2$, $Л_5$ — передние подфарники и $Л_3$, $Л_6$ — задние фонари) подбираются с помощью резисторов R_5—R_8 и конденсаторов C_2—C_5. Питание схемы осуществляется непосредственно от батареи аккумуляторов. Недостатком схемы является плохая коммутация. При использовании двухполюсного перекидного переключателя — тумблера с нейтральным нулевым положением можно значительно упростить схему и обойтись одной парой транзисторов. Измененная схема показана на рис. 82. Для удобства коммутации выравнивание параметров транзисторов производят с помощью резистора R_3, помещенного в эмиттерную цепь. Лампы $Л_1$, $Л_5$, $Л_6$ передних и задних указателей поворота и индикатора шкалы «направо», а $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$ — лампы передних и задних указателей поворота и индикатора шкалы «налево». Схема проще рассмотренной выше.

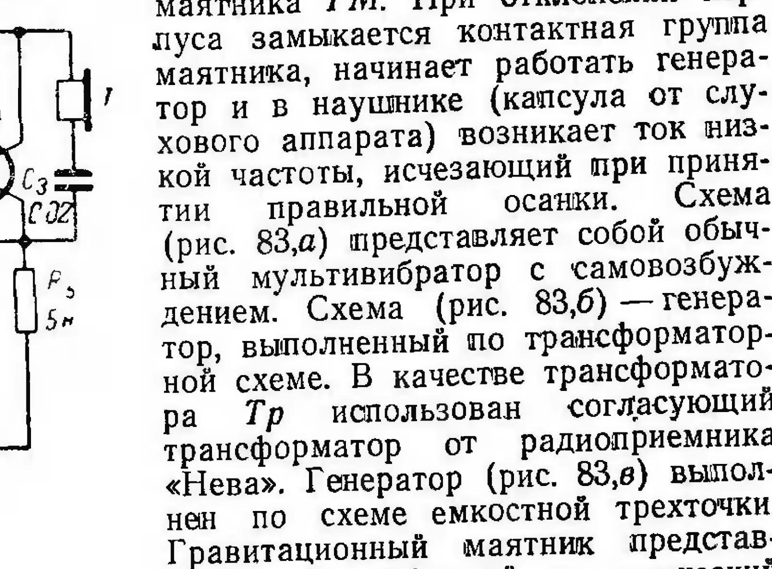
Рис. 81.

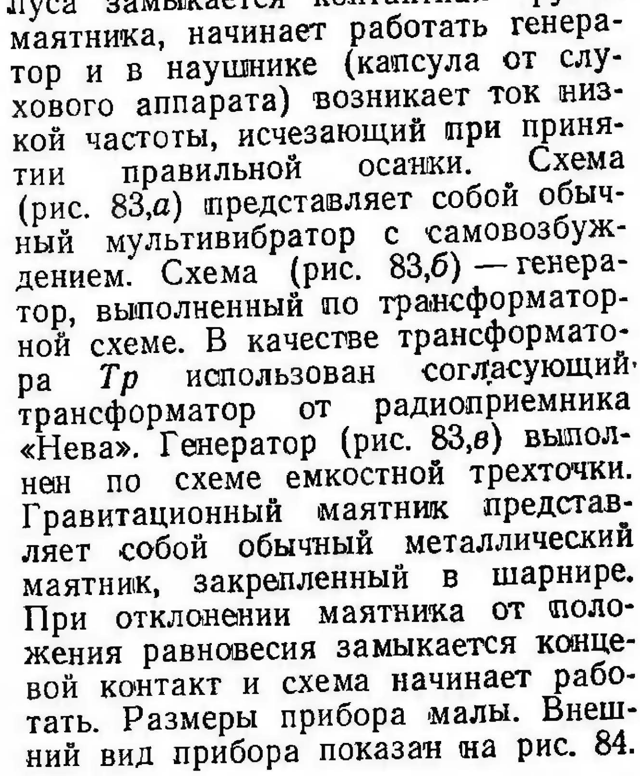
Рис. 82.

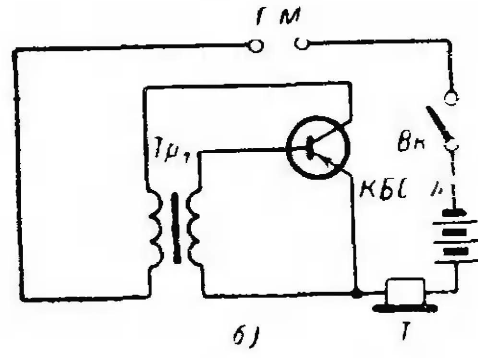
Прибор для контроля правильности осанки детей

На рис. 83 показаны три варианта схем приборов, предназначенных для контроля правильности осанки детей, разработанные радиолюбителем Ю. Н. Верхало. Все три схемы являются разновидностями генераторов низкой частоты, которые начинают работать при подключении питания и замыкания контактной группы гравитационного маятника *ГМ*. При отклонении корпуса замыкается контактная группа маятника, начинает работать генератор и в наушнике (капсула от слухового аппарата) возникает ток низкой частоты, исчезающий при принятии правильной осанки. Схема (рис. 83,*а*) представляет собой обычный мультивибратор с самовозбуждением. Схема (рис. 83,*б*) — генератор, выполненный по трансформаторной схеме. В качестве трансформатора *Тр* использован согласующий трансформатор от радиоприемника «Нева». Генератор (рис. 83,*в*) выполнен по схеме емкостной трехточки. Гравитационный маятник представляет собой обычный металлический маятник, закрепленный в шарнире. При отклонении маятника от положения равновесия замыкается концевой контакт и схема начинает работать. Размеры прибора малы. Внешний вид прибора показан на рис. 84.









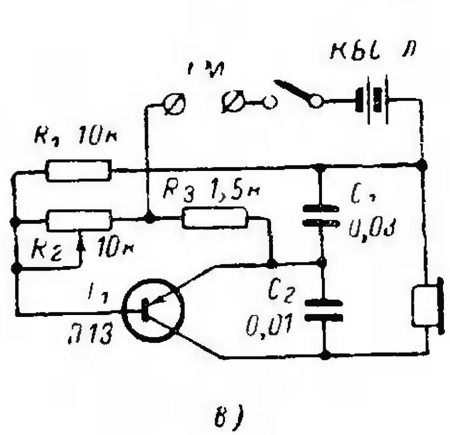


Рис. 83.

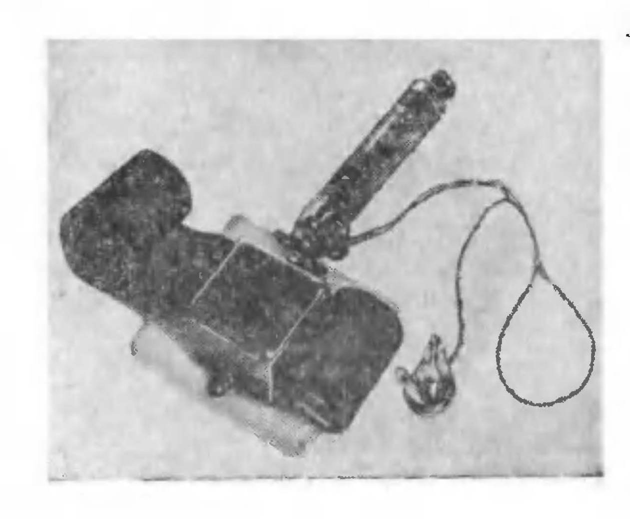


Рис. 84.

Прибор для автоматического выпуска серы из автоклава

На рис. 85 показана принципиальная схема прибора сконструированного и внедренного в производство радиолюбителями З. С. Бернадским, М. П. Дейнека и В. И. Леуш. Он предназначен для измерения, записи, сигнализации и автоматического выпуска серы из

автоклава в процессе ее производства. Принцип его действия основан на изменении электропроводности пульпы в ходе осаждения серы на дно автоклава. Чем чище сера, тем ниже электропроводность. В автоклавах на двух уровнях расположены изолированные от корпуса стержни из нержавеющей стали. В качестве изоляторов используются втулки из фторопласта Ф-4. Верхний уровень соответствует готовности осажденной серы к выпуску из автоклава; нижний уро-

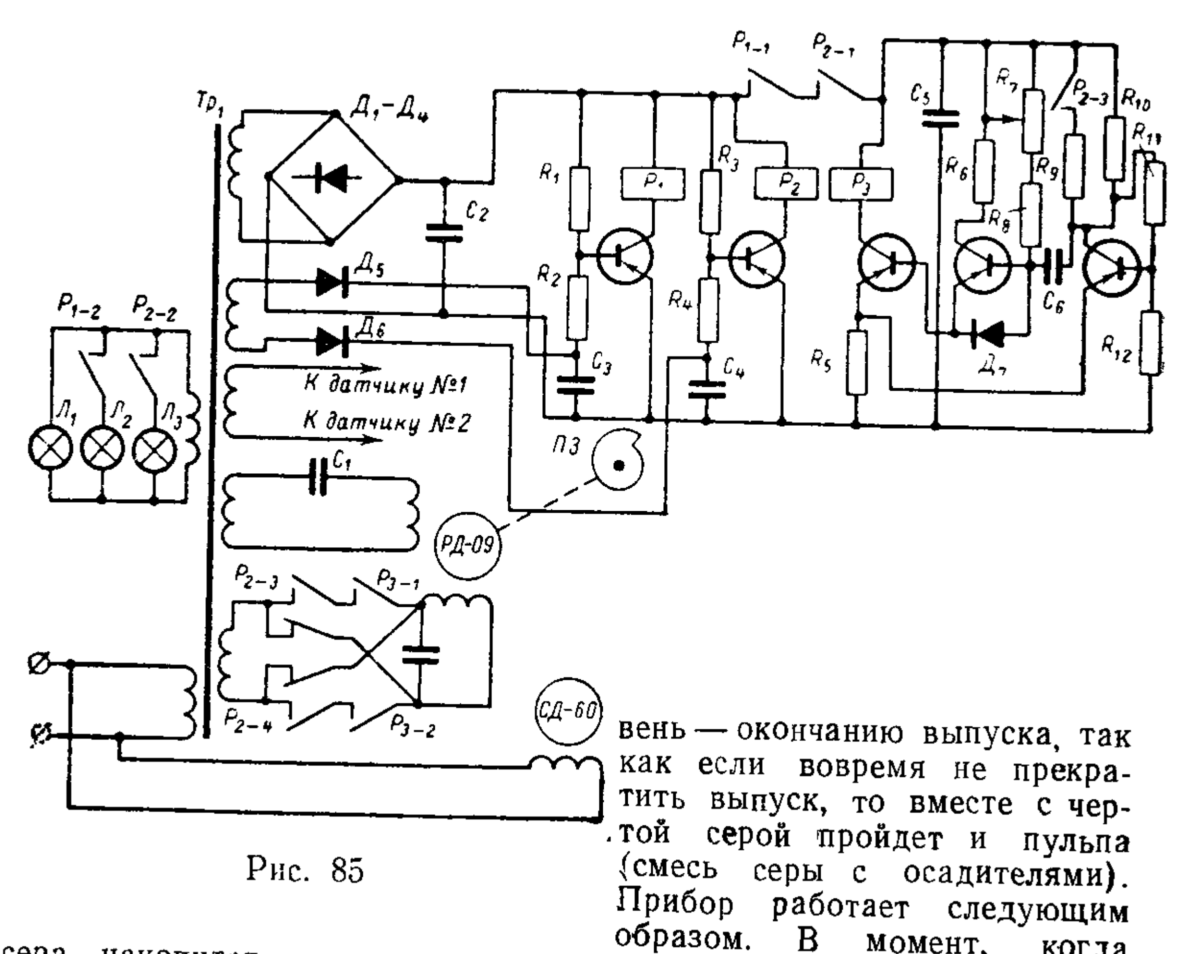


Рис. 85

вень — окончанию выпуска, так как если вовремя не прекратить выпуск, то вместе с чистой серой пройдет и пульпа (смесь серы с осадителями). Прибор работает следующим образом. В момент, когда сера накопится в достаточном количестве на дне автоклава, электропроводность участка — изолированный стержень датчика *1* — корпус автоклава — резко упадет, тем самым возрастет величина напряжения подаваемого на базу транзистора T_1 с делителя R_1, R_2, $R_{серы}$. Транзистор откроется, сработает реле P_1 и своими контактами P_{1-1} подготовит к включению схему генератора импульсов управления, выполненного на транзисторах T_4—T_5, а контактами P_{1-2} включит сигнальную лампу $Л_2$. Так как в процессе осаждения сера время от времени перемешивается паром, то, чтобы предотвратить ложные срабатывания системы автоматического управления, в цепях базовых делителей транзисторов T_1 и T_2 стоят конденсаторы C_2 и C_3. В тот момент, когда чистая сера достигнет датчика $Д_2$, сработает реле P_2 и своими перекидными контактами P_{2-3} и P_{2-4} подготовит к работе реверсивный двигатель РД-09, а контакты P_{2-1} подадут питание на генератор импульсов управления. Контакты P_{2-2} включат сигнальную лампу $Л_3$, сигнализирующую о начале выпуска серы из автоклава. Генератор управляющих импульсов вырабатывает импульсы длительностью 2—250 *сек*. Эти импульсы через выходной каскад,

выполненный на транзисторе T_8, управляют работой реверсивного двигателя коммутацией контактов реле P_{3-1} и P_{3-2}, включающих обмотку двигателя РД-09 на время действия управляющих импульсов. Одновременно контакты реле P_{3-3} замкнут цепь быстрой зарядки конденсатора C_4. Импульсный режим управления выбран для того, чтобы предотвратить попадание отходов выплавки серы («хвостов») в сливную линию. Так как хвосты в основном образуются в начальный момент выпуска серы, то этот выпуск осуществляется замедленно, чтобы было время на отстой и промывание линий от возможного застывания в ней серы. В последующие периоды частота импульсов и их длительность увеличиваются и процесс выпуска серы ускоряется. Регулировка длительности импульсов осуществляется переменным резистором R_7, ось которого соединена с валом двигателя РД-09. На оси этого двигателя насажен программозадающий шаблон ПЗ, управляющий работой пневматического регулятора. Пневморегулятор выдает командный сигнал на пневмозадвижку типа МИМ-320/40. Как только чистая сера кончается и начинают поступать хвосты, транзистор T_2 закрывается, реле P_2 обесточивается и возвращается в исходное состояние. На реверсивный двигатель РД-09 поступает сигнал обратной полярности, и он возвращается в исходное (нулевое) положение. Одновременно снимается командный сигнал с МИМ, и задвижка под действием возвратной пружины возвращается в исходное состояние (закрывается). Прибор, внедренный на комбинате, дал большую экономию средств.

Влагомер

На рис. 86 изображена принципиальная схема измерителя влажности сыпучих веществ конструкции радиолюбителя В. П. Попенко. Принцип действия прибора основан на емкостном методе измерений. Напряжение высокой частоты, стабилизированное кварцем, поступает с выхода генератора (транзисторы T_1 и T_2) на вход измерительного резонансного контура C_3L_1.

Датчик прибора выполнен в виде двух коаксиально расположенных электродов. При отсутствии измеряемого продукта напряжение на колебательном контуре, настроенном в резонанс с напряжением высокой частоты генератора, максимально. Оно фиксируется с помощью измерительного моста. Возможная расстройка контура осуществляется при подсоединении параллельно конденсатору C_2 рези-

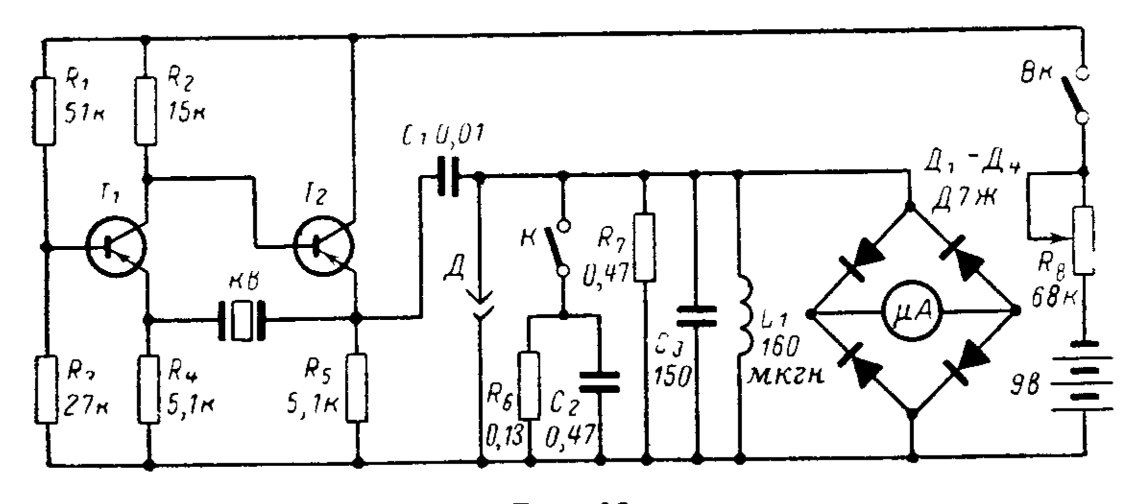


Рис. 86.

стора R_6 с помощью выключателя K. Таким образом производится калибровка прибора. Замыкая ключ K, потенциометром R_8 добиваются минимального отклонения стрелки прибора, что соответствует верхнему пределу измерения влажности 17%. Затем ключ K размыкают и погружают электрод в испытуемую массу. Внешний вид прибора изображен на рис. 87. Он выполнен в виде пистолета с укрепленным в передней части емкостным датчиком. Датчик подсоединяется к схеме с помощью высокочастотного разъема. Питается прибор от одной батареи типа «Крона», размещенной в рукоятке пистолета. Пределы измерения влажности 0,5—17% при точности не хуже 2,5%. Прибор прост в наладке и изготовлении.

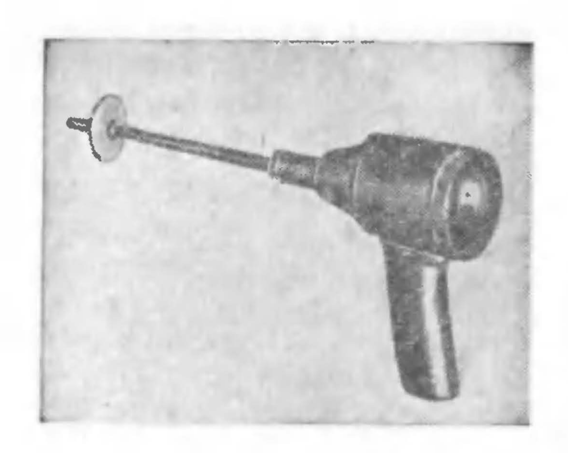
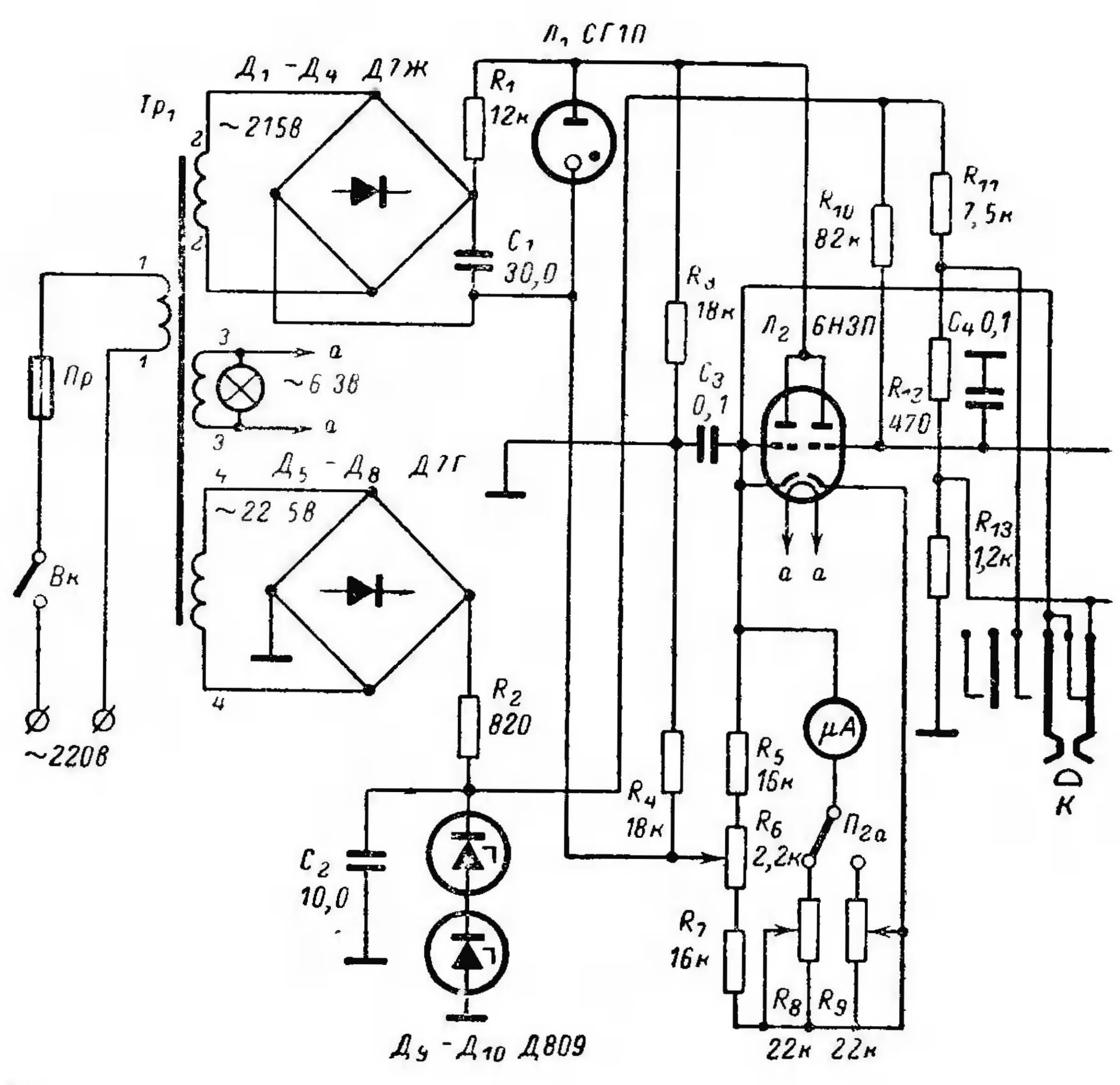


Рис. 87.



Многоточечный электротермометр

На рис. 88 изображена принципиальная схема прибора радиолюбителя М. М. Нарашкявичуса для измерения температур в десяти точках исследуемого объекта. Прибор предназначен для измерения температуры в диапазонах 20—75 и 65—150° С. Прибор состоит из десяти температурных датчиков типа ММТ-1 20 *ком* с включенными последовательно и параллельно подстроечными резисторами R_{14}—R_{55}, моста постоянного тока, выполненного на резисторах R_{11}—R_{13} (одно плечо — термодатчик ММТ-1), лампового вольтметра, выполненного по балансной схеме, и блока питания, стабилизированного по выходному напряжению.

Подключение соответствующего датчика к измерительному мосту производят клавишным переключателем $П_1$. Балансировка схемы перед измерением осуществляется с помощью резистора R_6. При этом клавишей K обе сетки лампы $Л_2$ соединяются вместе. Прибор смонтирован в ящике с размерами 315×210×190 *мм*. Датчики подсоединяются к схеме экранированным кабелем и высокочастотными разъемами. Наладка прибора сводится к подгонке сопротивлений R_{14}—R_{55}, предназначенных для выравнивания параметров терморезисторов

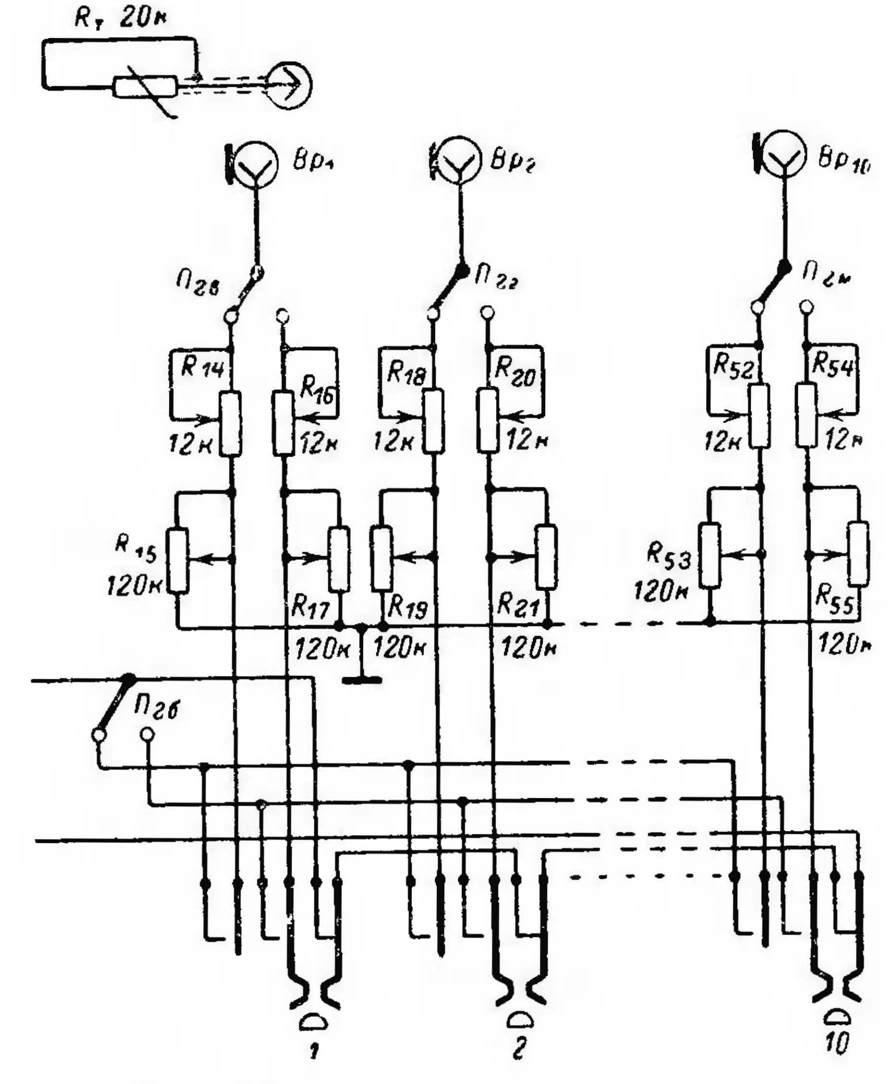


Рис. 88

в пределах заданных диапазонов измерения, и подбору величин сопротивлений R_8, R_9, с помощью которых устанавливается требуемый ток через стрелочный индикатор для каждого диапазона.

Погрешность прибора для каждого диапазона измерения не превышает 3—5° С. Трансформатор намотан на сердечнике Ш-20×27. Обмотка *1-1* намотана проводом ПЭВ 0,25 и содержит 1 550 витков. Обмотка *2-2* намотана проводом ПЭВ 0,15 и содержит 1 550 витков. Обмотка *3-3* намотана проводом ПЭВ 0,49 и содержит 160 витков. Обмотка *4-4* намотана проводом ПЭВ 0,49 и содержит 48 витков.

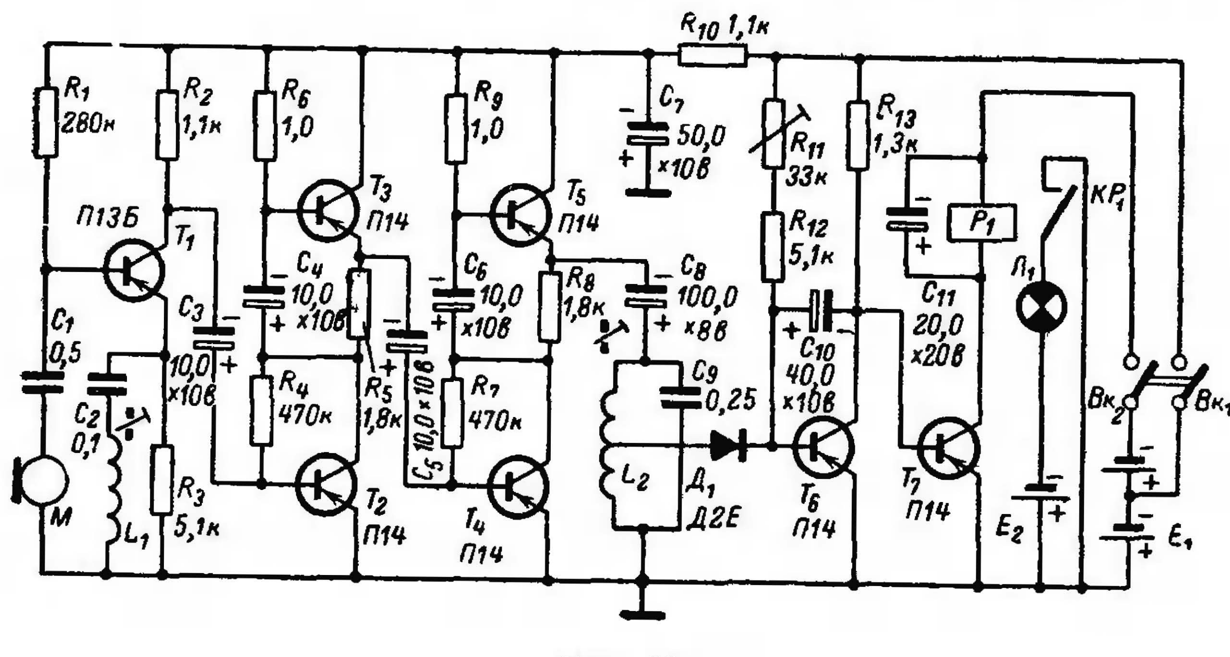


Рис. 89.

Сигнализатор роения пчел

На рис. 89 показана принципиальная схема транзисторного сигнализатора роения пчел, сконструированного радиолюбителем И. В. Глызиным. Принцип действия прибора основан на том, что в период роения пчел резко изменяется частота и интенсивность гудения пчел. Так, если обычно частота гудения пчел беспорядочно изменяется в пределах 100—600 *гц*, то в период роения частота становится более однородной и лежит в пределах 200—280 *гц*.

Прибор состоит из датчика — микрофона, трехкаскадного транзисторного усилителя, настроенного на частоту 240 *гц*, и сигнально-исполнительного каскада. Звуки, издаваемые пчелами, улавливаются микрофоном и преобразуются в электрический сигнал. Этот сигнал поступает на вход усилителя, выполненного на транзисторах T_1—T_5. Первый каскад усилителя выполнен с частотнозависимой отрицательной обратной связью на транзисторе T_1, остальные — по апериодической схеме. Частотная характеристика усилителя в целом имеет подъем в области частот 200—280 *гц*, что достигается за счет резонансных свойств колебательных контуров L_1C_2 и L_2C_9. Сигнал с выхода усилителя через колебательный контур — фидер подается после предварительного детектирования на вход исполнительного каскада. Исполнительный каскад выполнен на транзисторах T_6 и T_7 по ключевой схеме. В начальном состоянии, когда сигнал на входе мал, транзистор T_6 отперт, а T_7 заперт. Когда сигнал на входе исполнительного каскада достигнет величины, достаточной для запирания транзистора T_6, он запрется, а транзистор T_7 отопрется. При этом сработает реле P_1 и своими контактами включит сигнальную лампу $Л_1$. Порог срабатывания устанавливается с помощью резистора.

Прибор помещен в металлический ящик (рис. 90) размерами 230×100×85 *мм*. Индикаторная лампа вмонтирована в корпус микрофона типа МД-33А так, что она видна пчеловоду, когда загорится. Катушки L_1 и L_2 намотаны на сердечниках из пермаллоевых

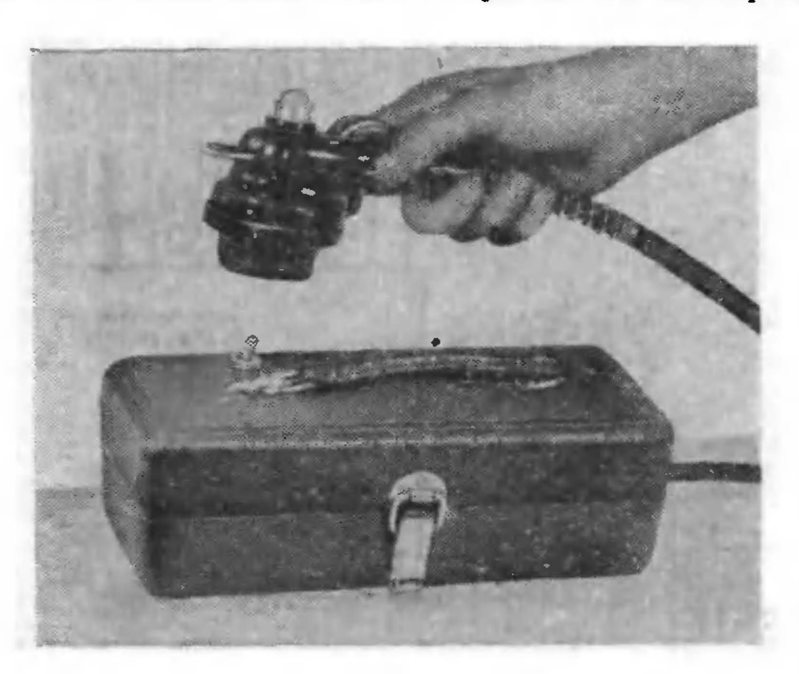
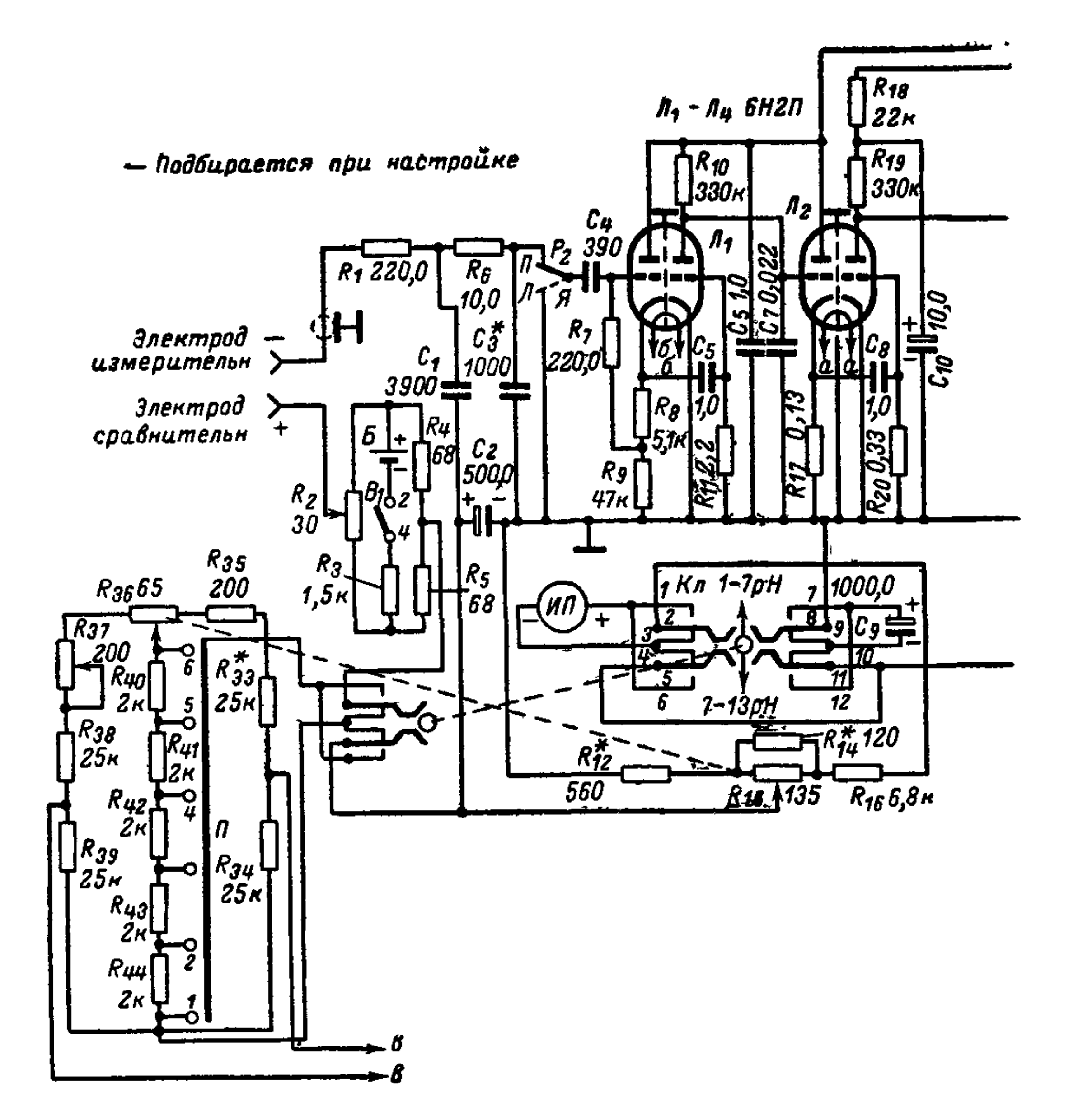


Рис. 90.

пластин типа ШО-8, толщина набора 6 *мм*. Воздушный зазор в сердечнике — 0,5 *мм*. Катушка L_1 имеет 2 000 витков, катушка L_2 — тоже 2 000 витков с отводом от 600-го витка. Обе катушки намотаны внавал проводом ПЭЛШО 0,1. Настройка катушек на частоту 240 *гц* производится с помощью пермаллоевой пластины, помещенной в зазор сердечника. При перемещении этой пластины в зазоре индуктивность катушек плавно изменяется в довольно широких пределах. Настройка прибора сводится к настройке колебательных контуров на частоту 240 *гц*. Более подробные сведения о конструкции этого прибора можно найти в журнале «Радио», № 4 за 1966 г.

Лабораторный *pH*-метр

На рис. 91 изображена принципиальная схема электрической части лабораторного *pH*-метра, разработанного радиолюбителями Л. А. Костромитиным и В. А. Околовичем. Прибор предназначен для измерения *pH* в водных растворах, содержащих органические и неорганические соли (кроме фтористых) кислот и щелочей, при активной концентрации водородных ионов в них, не превышающей 13 *pH*. Погрешность измерения в пределах 1—13 *pH* не превышает +0,02 единиц *pH*. Активная концентрация ионов водорода обобщенно характеризует кислотные и щелочные свойства растворов и является важнейшей характеристикой ряда химико-технологических процессов.



Принцип действия прибора основан на зависимости между *pH* исследуемого раствора и э. д. с., развиваемой датчиком, состоящим из измерительного стеклянного электрода, погруженного в испытуемый раствор, и ртутно-каломелевого электрода, соприкасающегося с испытуемым раствором через насыщенный раствор хлористого калия. Отличительной особенностью датчика, примененного авторами в своей конструкции, является то, что в нем отсутствует диффузионная перегородка между испытуемым раствором и раствором хлористого калия. Авторы применили датчик со свободной поверхностью раздела между испытуемым раствором и раствором хлористого калия. Такая конструкция позволила свести к минимуму паразитное влияние диффузионных потенциалов и значительно уменьшить погрешность измерения.

Схематично конструкция датчика показана на рис. 92. Датчик состоит из измерительного стеклянного электрода *1*, одним концом погруженного в воронку с измеряемым раствором *12*, а другим концом закрепленного на штативе *9*; уравнительного сосуда *11* с кранами *6—8* и клювами для слива; ртутно-каломелевого электрода *13*; бачка для заливки насыщенного раствора хлористого калия *4* с со-

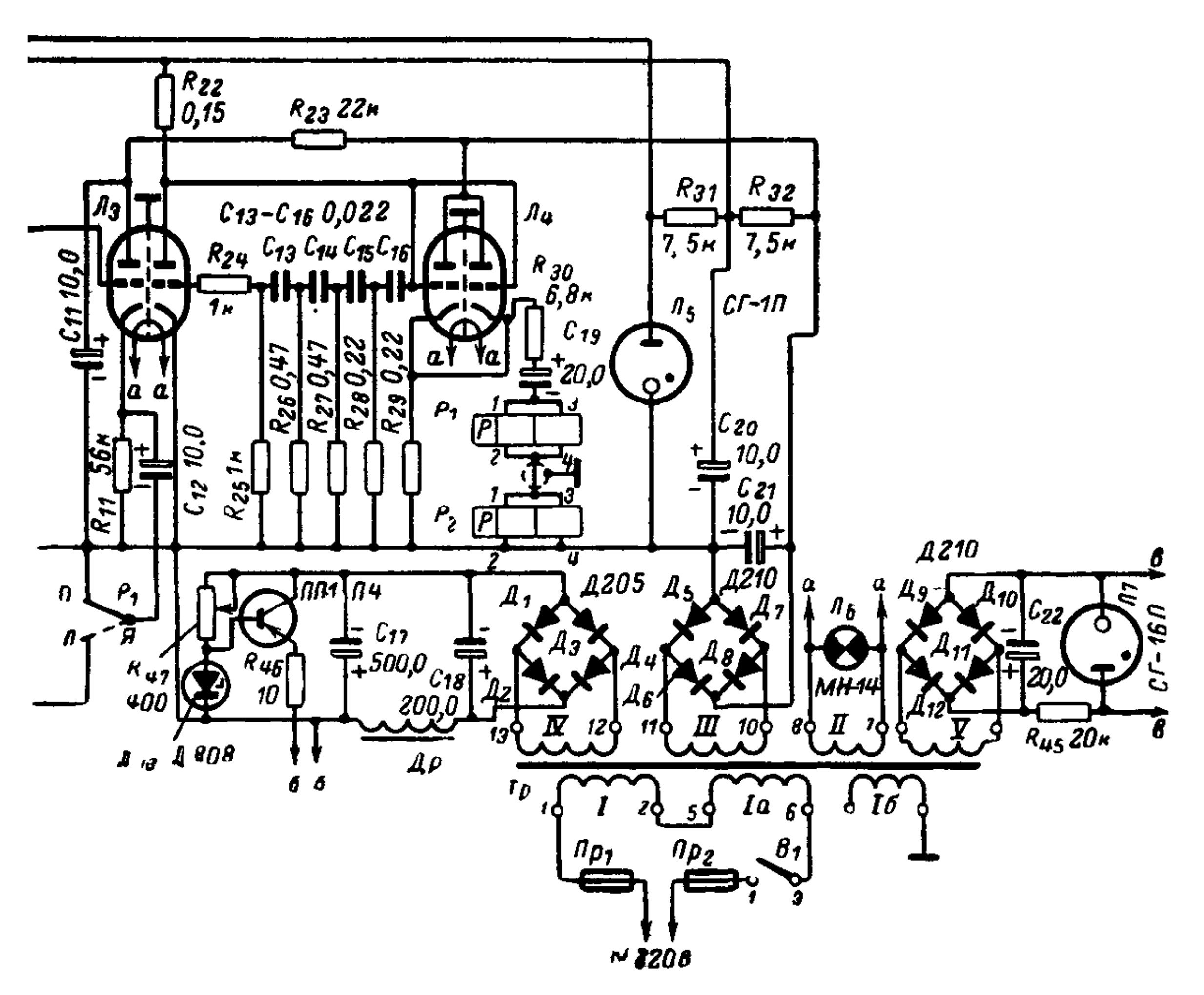


Рис. 91.

единительной трубкой с краном *5* и бачка для слива испытанных растворов *10*. Для контроля температуры испытуемого раствора в воронку погружается термометр *3*. Ртутно-каломелевый электрод помещен в оболочку *2*.

Образующаяся на выходных контактах датчика э. д. с., пропорциональная активной концентрации ионов водорода, регистрируется электронным потенциометром, схема которого изображена на рис. 91. Потенциометр представляет собой усилитель постоянного тока с двойным преобразованием напряжения: постоянного в переменное и, после усиления, переменного в постоянное. В качестве преобразователей постоянного напряжения в переменное и переменного в постоянное в схеме использованы поляризованные реле типа РП-4. Частота преобразования 15 *гц*. Поляризованные реле включены в катодную цепь генератора низкой частоты, собранного на лампе $Л_4$. Для уменьшения уровня шумов накал первой лампы питается от стабилизированного источника питания, выполненного на транзисторе ПП1. В качестве стрелочного индикатора используется микроамперметр типа М265. Прибор имеет два диапазона измерения *pH*: 7—1 *pH* и 7—13 *pH*. Каждый диапазон разбит на 5 поддиапазонов,

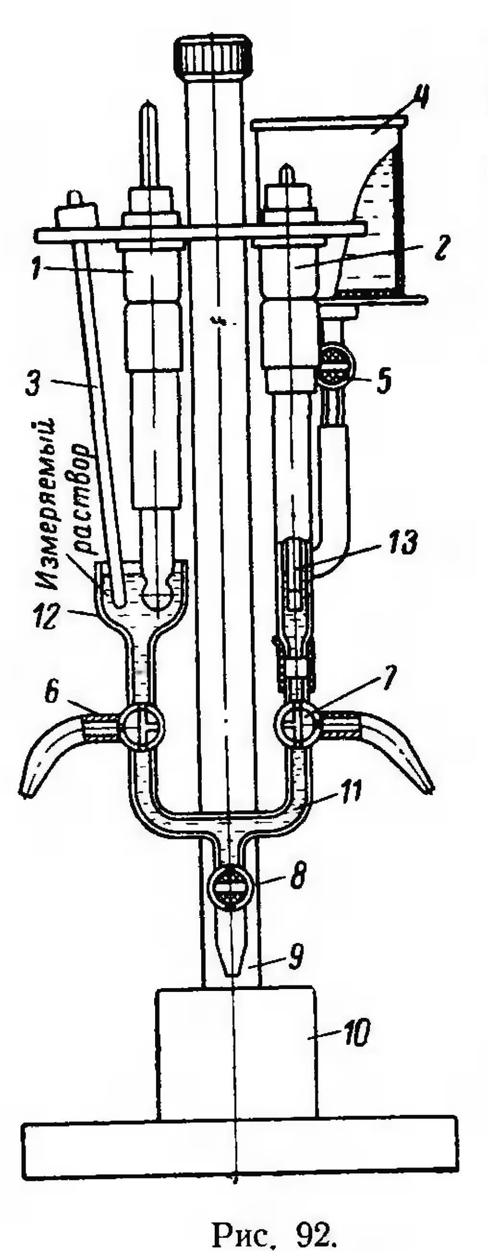


Рис. 92.

так что шкала стрелочного индикатора отградуирована на 1 *pH* с ценой деления 0,02 *pH*. Выбор нужного диапазона осуществляется с помощью ключа *КЛ*, а выбор нужного поддиапазона — переключателем *П*.

Внешний вид прибора показан на рис. 93. Прибор демонстрировался на 22-й Юбилейной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов и был отмечен призом и дипломом 1-й степени.

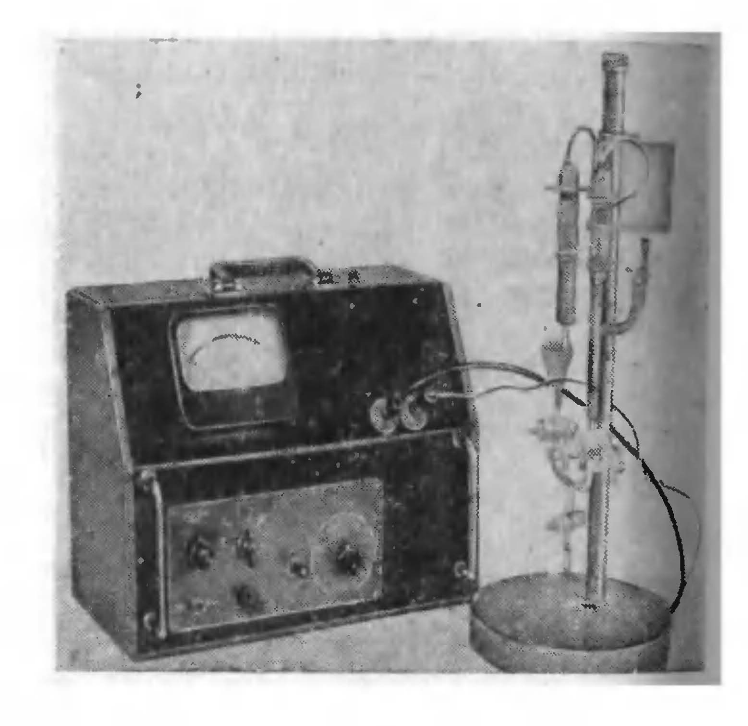


Рис. 93.

Заключение

Мы рассмотрели основные вопросы, связанные с разработкой радиолюбителями различных приборов. Приведенные в книге примеры убедительно показывают, что сфера деятельности радиолюбителей практически безгранична. Каждый год тематика отделов выставок радиолюбителей обновляется на 20—30%.

Однако более широкому развитию радиолюбительского творчества мешает ряд объективных причин, основные из которых следующие:

1. Руководители радиоклубов часто не оказывают поддержки местным радиолюбителям. В то же время внедрение радиолюбительских разработок в производство дает государству большую экономию средств. Очевидно, пора установить более тесную связь между радиоклубами и различными производственными предприятиями на местах и часть расходов переложить на плечи заинтересованных предприятий. Таким образом можно было бы облегчить материальное положение радиоклубов и поднять уровень их конструкторских

разработок. Этим вопросом следует заняться руководителям радиоклубов и соответствующих предприятий.

2. Тормозом развития радиолюбительского творчества является отсутствие радиодеталей по доступным ценам. В то же время среди организаторов Всесоюзных радиолюбительских выставок находятся ведущие министерства, которым подчиняется большинство предприятий радио- и электронной промышленности. На этих предприятиях имеются отходы производства: некондиционные транзисторы, полупроводниковые диоды, резисторы, радиолампы, целые блоки и узлы различных радиоустройств, которые можно было бы через центральные базы снабжения ДОСААФ или базы головных радиоклубов распространять среди местных радиоклубов и радиолюбителей, следя за тем, чтобы детали расходовались по назначению. Наконец, в клубах необходимо проводить циклы лекций, на которых знакомить слушателей с приемами практических работ по выполнению тех или иных конструкций, по техническому решению конкретных задач. Необходимо также проводить периодические отчеты членов Всесоюзного жюри радиовыставок перед радиолюбителями на местах.

Подводя итог, следует сказать, что только большая работа, проведенная по снабжению радиолюбителей деталями, по организации обмена опытом и учебы на местах, по организации содружества между радиоклубами и местными промышленными предприятиями и популяризации достижений радиолюбителей всеми средствами пропаганды — только все эти меры в комплексе помогут коренным образом изменить существующее положение с подготовкой творческих отчетов радиолюбителей — проведением Всесоюзных радиолюбительских выставок.

Когда будут решены организационные вопросы, можно будет переходить и к решению технических задач: внедрению микромодульной и транзисторной техники, современных прогрессивных способов монтажа радиоаппаратуры (печатные платы, унифицированные узлы и др.), внедрению бесконтактных управляющих элементов, магнитных усилителей и других сходных устройств.

Перспективы внедрения электроники в народное хозяйство практически безграничны. Необходимо привлекать к этому направлению новые массы радиолюбителей. В заключение подчеркиваем, что данная книга является первой попыткой обобщения радиолюбительского опыта. Естественно предположить, что она не лишена недостатков. Поэтому убедительная просьба к читателям: присылайте в адрес издательства ваши замечания. Пишите о том, что считаете нужным включить в подобное издание, какие вопросы, связанные с конструированием приборов для народного хозяйства, необходимо осветить.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ-КОНСТРУКТОРАМ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НА 1966—1970 гг.

I. Применение радиоэлектроники в промышленности, науке и технике

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
1	Фазочувствительный усилитель постоянного тока на полупроводниках для использования в качестве нуль-индикатора в автоматических потенциометрических схемах	Требующиеся параметры усилителя: а) сопротивление внешней цепи — 100 *ком;* б) ток во входной цепи — 0—10 *мка;* в) коэффициент усиления по току — 3 000; г) ток в выходной цепи — 0—20 *ма;* д) сопротивление нагрузки — 5 *ком;* е) дрейф нулевой точки, приведенный к входной цепи, — не более 1 *мка/ч* ж) линейности амплитуды характеристики не требуется; з) электропитание — от сети переменного тока 220 *в* 50 *гц;* и) надежность — среднее время между отказами не менее 5 000 *ч*	—	

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
2	Прибор для измерения диаметра буровой скважины	1) Прибор должен иметь хорошие эксплуатационные качества при длительной работе 2) Прибор должен быть предназначен для работы также в скважинах малого диаметра, присущих алмазному бурению 3) Прибор должен включаться по мере необходимости в состав бурового снаряда и не требовать для своего спуска отдельного рейса 4) Погрешность показаний прибора не должна превышать 2—3% от фактического диаметра скважнны 5) Прибор должен иметь регистрирующее устройство, позволяющее по мере надобности осуществлять запись показаний по всей скважине или по ее отдельным интервалам глубины	Министерство геологин СССР	Необходимо точное представление о диаметре скважины на отдельных интервалах бурения или целиком по всей скважине. Подобные данные нужны при определении степени размыва стенок скважины, изучении кавернозности и трещиноватости пород, при установлении количества материала, требуемого для тампонажных работ и цементации скважин, изменении диаметра породоразрушающего инструмента, а также при креплении скважины обсадными трубами, выявлении образования желобов на стенках скважины, при ликвидации аварий и изоляции водоносных горизонтов с помощью пакеров. Существующие ка-

Продолжение приложения 1

№ п/п	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
				верномеры предназначены в основном для замеров в скважинах большого диаметра
3	Магнитный каротаж напряженности поля	1) Точность измерения для рудных скважин ±30 гамм Точность измерений для структурных скважин ±10 гамм 2) Диаметр скважинного снаряда должен быть не более 55 *мм* 3) Аппаратура должна быть пригодна для работы на трехжильном каротажном кабеле и для использования в стандартных каротажных станциях	Министерство геологии СССР	Целесообразно разработать аппаратуру магнитного каротажа напряженности поля в двух вариантах: для рудных и структурных скважин. В первом случае целесообразно, чтобы аппаратура позволяла определять не только величину, но и направление вектора напряженности магнитного поля (относительно координат, связанных с осью скважины), что необходимо для определения направления на рудное тело. Во втором случае достаточно измерения приращения либо вертикальной составляющей, либо модуля полной силы.

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
4	Аппаратура радиоактивного каротажа малого диаметра	1. Диаметр скважного прибора — 25 *мм* 2. Диапазон измерения скоростей до 100 000 *имп/мин* 3. Потребляемая мощность не более 2—3 *вт* 4. Прибор должен выдерживать наружное гидравлическое давление 30 *кг/см*^{2} 5 Прибор должен быть рассчитан на работу с трехжильным и одножильным каротажным кабелем 6. Скорость исследования — 1 000 *м/ч* 7. Порог уверенного отсчета 0,5 *мк/ч*	Министерство геологии СССР	При бурении скважин малого диаметра (30—50 *мм*) алмазными коронками требуется аппаратура на полупроводниках для проведения исследований в скважинах методом ГК, НГК, ГГК
5	Автоматическое устройство для регулирования температуры в термических печах, работающих на газе	—	—	—
6	Радиоэлектронный прибор	Бесконтактное измерение наружного диаметра и овальности труб диаметром до 1 200 *мм*, прутков и штанг из черных и цветных металлов в процессе холодной прокатки при скорости движения до 6 *м/сек*	Министерство по приборостроению, средствам автоматизации и системам управления	

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
7	Сокращение времени проведения анализов формовочных и стержневых смесей	Разработать методику и аппаратуру, обеспечивающие проведение анализа в течение 3—5 *мин*	—	—
8	Электронный твердомер	Измерение твердости сталей по шкале Рокквелла от 10 до 80 ед.	—	—
9	Определение места сварного шва (стыкового или внахлестку) на полосе в процессе прокатки из черных и цветных металлов	—	Министерство по приборостроению, средствам автоматизации и системам управления	—
10	Сортировка труб по маркам стали при скорости движения до 6 *м/сек*	—	—	—
11	Предложить эффективную методику и установку для обнаружения раковин и трещин в литых деталях из легких сплавов	Эффективность метода: быстрота и надежность проверки. Неприемлемые методы, вредные для здоровья операторов (например, рентген)	—	—
12	Прибор для контроля толщины немагнитных покрытий	Контроль толщины серебряных покрытий. Контроль должен быть неразрушающим. Предел измерения — от 0 до 30 *мк*	—	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
13	Предложить прибор или метод определения скорости потока с движущегося судна при его движении в направлении, перпендикулярном направлению течения	1. Прибор должен иметь возможно меньшие габариты, чтобы не нарушать структуры потока, должен регистрировать непрерывно значения скорости при движении судна со скоростью 5—30 *км/ч*. Данные о значении скоростей должны регистрироваться на центральном пульте управления или передаваться на расстояние. Прибор должен давать возможность определения скоростей при движении судна вдоль течения	Министерство геологии СССР	Такого метода и аппаратуры в производстве пока нет. В США испытывался в условиях моря прибор, позволяющий по разности фаз ультразвукового сигнала, посланного вверх и вниз по течению, определять скорость. Для речных условий не испытывался
14	Прибор для непрерывной регистрации толщины льда с поверхности без нарушения ледяного покрова	1. Прибор должен непрерывно регистрировать и подавать на центральный пункт или на расстояние значение не только толщины, но и плотности льда 2. Должен быть удобным для транспортировки 3. Толщина льда, измеряемого прибором, от 20 *см* до 3 *м* 4. Точность измерения 1—2%	Министерство геологии СССР	Такой прибор, измеряющий толщину льда, создается Гидропроектом. Прибор основан на использовании магнитострикционных пакетов эхолота с передачей импульсов на электронный осциллограф

Продолжение приложения 1

№ п/п	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
15	Разработать счетно-решающее устройство для обработки сейсмических записей и автоматического построения разреза	1. Точность построения разреза в масштабе глубины должна соответствовать точности графических построений разреза в масштабе 1 : 10 000	Министерство геологии СССР	Требуется разработать устройство для обработки сейсмических данных при работе по методу отраженных волн и автоматического построения разреза
16	Измерение малых давлений и перепадов давления	Манометр и дифманометр на малые давления и перепады с электрическим датчиком для осуществления автоматической записи. Точность ±0,5 и выше	Темник БТИ ОРГРЭС	Измерение давлений и перепадов осуществляется жидкостными дифманометрами
17	Предложить устройство для измерения вибраций	Устройство для определения частоты и амплитуды вибраций от 0 до 1 000 *гц* (прибор для получения спектра частот вибрации и определения амплитуды колебаний каждой частоты)	Темник БТИ ОРГРЭС	При сложных вибрациях затруднен их анализ и определение амплитуд составляющих частот
18	Предложить способ соединения датчиков со вторичными приборами	Способ уменьшения количества соединительных проводов между датчиками и вторичными приборами при испытаниях оборудования	Темник БТИ ОРГРЭС	В большинстве случаев осуществляется индивидуальная подводка соединительных проводов от каждого датчика к вторичным приборам

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
19	Предложить толщиномер для быстрого определения толщины льда без бурения лунок	Время на каждое измерение — не более 2 *мин*	Главное управление гидрометеорологической службы при СМ СССР	—
20	Разработать портативный прибор, предназначенный для обнаружения металлических предметов, имеющих небольшие размеры (размер пули, гильзы и более), скрытых в земле, деревянных, кирпичных стенах и других преградах	Прибор должен по-разному реагировать на черные и цветные металлы. Вес прибора не более 10 *кг*. Вес носимой части — до 4 *кг*. Индикатором может быть звук, свет, шкала со стрелкой	Всесоюзный научно-исследовательский институт криминалистики	—
21	Разработать портативный прибор для обнаружения в стенках печей, шкафов и т. п. тайников (пустот) со спрятанными в них предметами или без таковых	—	Всесоюзный научно-исследовательский институт криминалистики	—
22	Разработать анализатор для получения спектрограммы голоса человека с целью установления его индивидуальности	—	Всесоюзный научно-исследовательский институт криминалистики	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
23	Разработать точный люксометр для измерения слабых свечений и освещенностей (например, явлений флюоресценций)	—	Всесоюзный научно-исследовательский институт криминалистики	—
24	Разработать аппаратуру для производства непрерывного сейсмического каротажа скважин с автоматическим устройством для определения средней скорости как функции глубины	Требуется разработать аппаратуру для проведения непрерывного сейсмического каротажа скважин в производственных условиях Аппаратура должна иметь устройство для автоматического пересчета кривой дифференциальных скоростей в кривую общей скорости как функцию глубины. Ошибки в определении средних скоростей из сопоставлений с повторными измерениями должны расходиться в пределах ±3%	Министерство геологии СССР	—
25	Разработать конструкцию автомата для намотки провода на О-образные витые магнитопроводы трансформаторов, исключающие разрезку магнитопроводов и применение каркасов.	—	Министерство радиопромышленности СССР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		II. Применение радиоэлектроники в химии		
1	Контроль уровня растворов кислоты и щелочи в закрытых сосудах под давлением	Прибор для определения уровня раствора кислоты или щелочи в герметично закрытой емкости, работающей под давлением 3—4 *ат*	Темник БТИ ОРГРЭС	В настоящее время определение уровня осуществляется с помощью указателя уровня
2	Прибор для определения солесодержания в воде	Прибор для измерения солесодержания в воде с применением датчика с внешними электродами	Темник БТИ ОРГРЭС	—
3	Предложить метод определения солесодержания пара	Достаточно простой и надежный метод, требующий для определения солесодержания пара минимума времени, чтобы продолжительность опытов теплохимического испытания не превышала 1—2 *ч*	Темник БТИ ОРГРЭС	Для определения солесодержания пара применяется метод концентрирования ионов в ионитовых фильтрах. Обработка фильтров и определение сульфатного остатка очень громоздки
		III. Применение радиоэлектроники в строительстве, коммунальном хозяйстве и связи		
1	Предложить прибор для измерения уровня воды в барабане котла	Сниженный указатель уровня воды в барабане, дающий действительные показания с момента начала растопки котла	—	Существующие сниженные указатели уровня воды в барабане котла при скользящих параметрах работать не могут

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
2	Приборы для определения положения металлических и неметаллических подземных сооружений	Требуется разработать а) прибор, позволяющий визуально фиксировать положение подземных кабелей, б) прибор для определения положения неметаллических сооружений	Техническое управление Министерства связи СССР	Способ определения положения подземных кабелей кабелеискателями по максимуму и минимуму звука не обеспечивает визуальной фиксации, необходимой при механизации работ
3	Устройство и приспособления для автоматического перехода на резервное оборудование	Требуется разработать устройства и приспособления, которые обеспечили бы автоматическое переключение на резерв (без перерыва в работе) отдельных узлов действующих передатчиков, как-то: выпрямителей, возбудителей, линейных усилителей и т. п Желательна разработка датчика сигналов, от которых срабатывают устройства переключения	Техническое управление Министерства связи СССР	—
4	Усовершенствовать электропоисковый прибор ИЖ (искатель жил)	1) В основе прибора должен быть комплект прибора ИЖ 2) Должно быть возможным, помимо обычного измерения отношения, осуществлять сдвиг по фазе и измерение сдвига	Министерство геологии СССР	Необходимо усовершенствовать прибор ИЖ, сделав возможной компенсацию сдвига фаз у величин V_1 и V_2 измерения самой величины сдвига фаз

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		фазы в пределах не меньше чем —25° 3) Прибор по конструкции не должен быть значительно более сложным, чем прибор ИЖ Допускается утяжеление прибора не больше чем на 20—30% по сравнению с прежней конструкцией		
5	Разработать способы и приборы для определения качественных показателей работы телефонисток — времени ожидания ответа	—	Министерство связи СССР	—
6	Разработать устройство, обеспечивающее непрерывную подачу переменного тока для питания аппаратуры связи при прекращении работы сети переменного тока	—	Министерство электростанций СССР	—
7	Разработать прибор для обнаружения дефектных изоляторов (с низкой изоляцией), установленных на линии без развязывания проводов)	—	Министерство электростанций СССР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
8	Разработать более совершенную конструкцию верньериого устройства, обеспечивающую точность фиксации указателя на шкале	—	Министерство электростанций СССР	—
9	Разработать специальное приспособление для контроля высокого напряжения (12 000 *в*) при настройке телевизоров имеющимися вольтметрами с учетом техники безопасности рабочего, производящего измерение, и окружающих рабочих	—	—	—
10	Разработать метод определеиия числа витков катушек, намотаниых на медных и стальных гильзах	—	—	—
11	Разработать счетчнк часов работы приборов (малогабаритный)	1. Объем не более 150 $см^3$ Вес не более 300 *г* Емкость счетного устройства — 10 000 *ч* Точность отсчета — 0,1+1 *ч* Погрешиость 1—5%	—	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		Питающая сеть — 220 *в* частоты 50 *гц* и 115 *в* частоты 400 *гц* Потребление — не более 5 *вт* 2. Условия эксплуатации: I вариант — лабораторные; II вариант — полевые		
12	Разработать прибор для определения короткозамкнутых витков в катушках силовых трансформаторов для радиоприборов	Тип катушек — рядовая иамотка для трансформаторов мощностью до 1 000 *вт* (силовых). Особенности катушек — количество витков от десятков до 3 тыс., диаметр провода от 1,6 *мм* до 0,05 *мм*, наличие электростатических заземленных экранов. Чувствительность прибора — 1	—	—
13	Разработать прибор (приспособление) для определения степеии загнивания деревянных опор или приставок, установленных на воздушных линиях связи, основанный иа механическом или электрическом принципе	Прибор (приспособление) должен давать возможность определять сечение или эквивалентную длину окружности здоровой части древесины опоры в наиболее загнившем месте и глубину закопки без открытия опоры с точностью до 5%. Прибор должен быть удобным для переноски одним человеком, и вес его не должен превышать 8 *кг*	Министерство связи СССР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
14	Предложить усовершенствовать универсальную конструкцию устройства для автоматической остаиовки станка многокатушечной намотки при обрыве проволоки	Конструкция устройства должна быть несложной, состоять из унифицированных, удобных в изготовлении элементов, позволяющих с незначительными изменениями применить его на намоточных станках всех типов или большинства их. При обрыве одной из проволок должна быть обеспечена немедленная остановка станка. Устройство должно быть надежным в эксплуатации, допускать его монтаж на намоточных станках различных типов	ВОИР	—
15	Предложить конструкции установок (приспособлений) для механизированного клеймения или маркировки узлов, деталей, кабеля и других элементов аппаратуры	Значительное увеличение производительности труда; частичная или полная универсальность установок, позволяющая выполнять несколько разновидностей клеймения или маркировочных операций; несложность конструкции и изготовления, удобство обслуживания	ВОИР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
16	Разработать автомат для включения и выключения газосветных установок по заданной программе и отключения неисправных газосветных установок	—	Управление внешнего оформления Моссовета	—
	IV. Применение радиоэлектроники в сельском хозяйстве			
1	Влагомер почвы и грунтов	Предел измерения от 5 до 50% влаги по весу. Точность измерения не хуже ±5%. Малая инерционность. Прибор должен быть портативным, переносным, с питанием от батарей. Желательно измерение вести непосредственно в почве или грунте на глубине до 50 *см*. Главное решающее требование — независимость измерения от химического состава почвы или грунта, их структуры и наличия микроорганизмов.	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		Возможен вариант с засыпкой пробы почвы в датчик при сохранении тех же требований		
2	Влагомер воздуха	Предел измерения от 20 до 100% относительной влажности. Точность измерения ±5%. Работоспособность при температуре окружающего воздуха от —10 до +50° С. Питание возможно в двух вариантах: сетевое и батарейное. Независимость измерения от содержания в воздухе посторонних газов (особенно аммиака)	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
3	Влагомер зерна, затаренного в мешки (пшеница, рожь, овес, ячмень, просо и др.)	Предел измерения от 10 до 40% по весу. Точность ±5%. Датчик — щуп не должен разрывать ткань мешка (допускается диаметр щупа до 3 *мм*). Длина щупа до 500 *мм*. Питание — батарейное. Прибор портативный переносный	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
4	Влагомер муки, затаренной в мешках	Технические требования такие же, как у влагомера зерна	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
5	Универсальный прибор агронома	Должен позволять производить измерения: а) температуры воздуха и почвы на глубине до 50 *см* с точностью ±1° С в диапазоне: для воздуха от —10 до +50° С, для почвы от +5 до +30° С; б) влажность зерна (с засыпкой пробы или для измерения в мешках или буртах, причем последнее предпочтительнее). Технические требования такие же, как у влагомера зерна	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
6	Счетчик семян для автоматического подсчета навески семян пшеницы, ржи, овса, ячменя, проса, вики, гороха, гречихи и других мелких семян	Емкость счета — до 10 000 шт. Точность счета±0,5%. Прибор должен иметь устройство для автоматической остановки счета при любом заданном количестве семян. Питание прибора сетевое. Точность счета должна сохраняться при изменении напряжения сети на ±20% от номинального	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
7	Счетчики удоя молока для измерения индивидуального удоя при применении доильных аппаратов	Датчик должен быть бесконтактным, желательно надеваемый на резиновый шланг доильного аппарата. При применении проточного датчика главное требование — кислото-щелочеустойчивость и удобство мойки после работы. Точность измерения ±1%. Питание прибора возможно сетевое или батарейное	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
8	Прибор для определения процента содержания белка в молоке	Пределы измерения 2—6% по весу. Точность измерения +0,1% в абсолютном значении. Питание прибора от сети переменного тока с сохранением точности измерения при колебаниях напряжения на ±20% от номинального Объем пробы не более 10 *мл*. Допускается разведение пробы молока водой или другими растворителями. Время измерения одной пробы не должно превышать 5 *мин* с учетом ее подготовки	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
9	Прибор для измерения процента содержания жира в молоке	Пределы измерения 0—6% по весу. Точность измерения ±0,1% в абсолютном значении Требования такие же, как к прибору для определения белка в молоке	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
10	Прибор для измерения процента содержания солей в воде (солемер воды)	Предел измерения прибора 0,01—5 *г/л* (грамм на литр). Точность ±5% от измеряемой величины. Питание прибора батарейное. Портативность, удобство переноски	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
11	Прибор для измерения площади листов любой формы	Максимальный размер листа — круг диаметром 250 *мм*. Точность измерения ±5% от измеряемой величины. Питание и конструкция прибора возможны в двух вариантах: полевой батарейный и сетевой лабораторный	ЦОКБ приборостроения Министерства сельского хозяйства СССР	—
	V. Применение радиоэлектроники в медицине			
1	Дозиметр поглощенной тканями тела мощности для аппарата УВЧ — терапии	Технические требования: а) частота генератора 40,68 *Мгц* ±0,6% (аппарат типа УВЧ-300);	Главное управление медицинской техники Министерства здравоохранения СССР	—

№ п/п	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		б) пределы измеряемой мощности — 30—300 *вт;* в) точность измерения поглощенной тканями тела мощности ±20%; г) дозиметр должен встраиваться в аппарат и быть пригодным для клинического применения; д) дозиметр не должен увеличивать излучение аппаратом радиопомех; е) дозиметр не должен уменьшать выходную мощность аппарата более чем на 10%		
2	Электрокардиограф одноканальный портативный с непосредственно видимой записью	Обычная фотозапись исключается, питание автономное, вес — до 4 *кг*	Главное управление медицинской техники Министерства здравоохранения СССР	—
3	Электротермометр малогабаритный с взаимозаменяемыми полупроводниковыми датчиками	Шкала от +32° С до +42° С, точность показаний ±0,1° С. Постоянная времени 5—10 *сек*, питание автономное, средний срок работы прибора без смены питания 1,5 года. Диапазон рабочей температуры +5°÷+45° С. Относительная влажность 98% при +35° С. Ком-	Главное управление медицинской техники Министерства здравоохранения СССР	—

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		плектовать только тремя кожными датчиками. Стоимость прибора при выпуске 1 000 шт. в год — не более 50—70 руб	—	—
4	Электротермометр клинический с взаимозаменяемыми полупроводниковыми датчиками	Шкала от +12° до 42° (45)° С с точностью показаний ±0,1° С, постоянная времени не более 5—10 *сек.* Срок работы без ухода параметров 1,2 года. Диапазон рабочей температуры +5÷+45° С, относительная влажность 98% при +35° С. Комплектовать пятью датчиками: 1 кожный, 2 подмышечных, 3 игольчатых мышечных, 4 ректальных, 5 внутриполостных	—	—
5	Генератор прямоугольных импульсов для работ по изучению электронаркоза	Генератор должен давать на выходе прямоугольные импульсы Число импульсов в секунду от 100 до 10 имп. Регулировка плавная. Скважность 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4. Изменение переключателем (кнопочным). Максимальная сила тока на выходе 70 *ма* (эфф). Изменение нагрузки на выходе — от		

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
		300 *ом* до 2—5 *ком.* Точность изменения силы тока ±2 *ма*		
6	Прибор для выслушивания работы сердца, легких и желудочно-кишечных шумов	Портативный батарейный прибор как для индивидуального пользования, так и для передачи аудитории		
7	То же	Прибор для записи шумов сердца, легких, желудочно-кишечного тракта на бумагу и ферромагнитную ленту		
8	Прибор для определения границ внутренних органов	Портативный прибор, позволяющий определить границу внутренних органов человека и животных		
9	Анализатор воздуха	Аппаратура для анализа вдыхаемого и выдыхаемого воздуха		
10	Электромиографы и электрокардиографы	Разработка конструкций портативной электрофизиологической аппаратуры — электромиографов и электрокардиографов, работающих без экранированных камер		

Продолжение приложения 1

№ п/п.	Наименование тем	Назначение, характеристика, краткие технические условия	Организация, рекомендовавшая тему	Примечание
11		Портативный электрокардиограф на полупроводниках весом около 3 *кг* (с питанием) с непосредственной записью (питание от сухих батарей или аккумуляторов)		
12		Ультразвуковой аппарат для получения аэрозолей лекарственных веществ (для вдыхания пациентом)		
13		Аппаратура для дистанционного измерения температуры, дыхания, электрокардиограммы в условиях больницы. Автоматическая передача этих данных от больничных коек на пульт врача		
14		Высокочувствительный усилитель постоянного тока для физиологических исследований		

Литература

1. Ацюковский В. А., Емкостные дифференциальные датчики перемещения, Госэнергоиздат, 1960.
2. Баркан В. Ф., Жданов В. К., Проектирование радиотехнических устройств, Оборонгиз, 1963.
3. Бодак С. И. и др., Руководство по монтажу радиоаппаратуры, Госэнергоиздат, 1956.
4. Бондарев Г. С., Датчики и приборы автоматического контроля для транспортирования устройств, Госэнергоиздат, 1961.
5. Верхало Ю. Н., Электронные приборы для физиологических исследований, изд-во «Энергия», 1964.
6. Глаговский Б. А., Пивен И. Д., Электротензометры сопротивления, изд-во «Энергия», 1964.
7. Глызин И. В., Транзисторный сигнализатор роения пчел, «Радио», 1966, № 4.
8. Гринштейн М. М. и др., Фотореле в радиолюбительской практике, изд-во «Энергия», 1964.
9. Дружинин Г. В., Реле времени, изд-во «Энергия», 1966.
10. Дубицкий Л. Г., Радиотехнические методы контроля изделий, Машгиз, 1958.
11. Дунин-Барковский И. В., Пьезопрофилометры и измерения шероховатости поверхности, Машгиз, 1961.
12. Каралис В. Н., Стабильность, экономичность, компактность, «Радио», 1966, № 3.
13. Каралис В. Н., Электронные схемы в промышленности, изд-во «Энергия», 1966.
14. Кореннов Б. Н., Савинов В. Н., Автоматический терморегулятор повышенной чувствительности, «Радио», 1965, № 11.
15. Кулаков М. В. и др., Технологические измерения и аналитические приборы в химической промышленности, изд-во «Машиностроение», 1964.
16. Кучис Е. П., Язбутис Т. Н., Гальваностат, «Радио», 1964, № 12.
17. Левин А. Н., Нейман Б. Н., Ультразвуковой прибор для контроля прочности изделий из бетона, сб. «В помощь радиолюбителю», 1966, № 25.
18. Ломанович В. А., Стрижевский И. В., Химотронные приборы, изд-во «Энергия», 1968.
19. Мавродиади В. Г. и др., Радиолюбители — народному хозяйству, Изд-во ДОСААФ, 1963.
20. Михлин Б. З., Высокочастотные емкостные и индуктивные датчики, Госэнергоиздат, 1960.
21. Молчанов В. В., Новик Г. К., Применение радиометодов в народном хозяйстве, изд-во «Энергия», 1964.
22. Новик Г. К., Краткий каталог экспонатов XVIII Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ, изд-во «Знание», 1962.
23. Рапопорт З. Г., Материалы для ремонта радиосредств, Воениздат, 1962.
24. Розенблит Г. Б. и др., Датчики с проволочными преобразователями, изд-во «Машиностроение», 1966.
25. Сборник тем для радиолюбителей-конструкторов на 1967—1970 гг, Изд-во ДОСААФ, 1967.
26. Смирнов А. Д., Карпович И. Р., Краткий каталог экспонатов XXI Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ СССР, изд-во «Знание», 1965.
27. Смирнов А. Д., Карпович И. Р., Краткий каталог экспонатов XXII Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ СССР, изд-во «Знание», 1967.
28. Смирнов А. Д., Импульсная ультразвуковая измерительная аппаратура, изд-во «Энергия», 1967.
29. Смирнов А. Д., Электроника в быту, Изд-во ДОСААФ, 1968.
30. Ступель Ф. А., Электромеханические датчики и преобразователи неэлектрических величин, изд-во «Энергия», 1965.
31. Твалашвили Ю. Н., Краткий каталог экспонатов XX Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ СССР, изд-во «Знание», 1964.
32. Троицкий Л. В., Краткий каталог экспонатов XIX Всесоюзной выставки творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ СССР, изд-во ДОСААФ, 1963.
33. Тычино К. К., Пересчетная декада, «Радио», 1967, № 6.
34. Шорников Е. А., Измерительно-вычислительные приборы в теплоэнергетике, изд-во «Энергия», 1966.
35. Шорников Е. А., Электронные приборы для контроля и автоматического регулирования температуры, изд-во «Энергия», 1964.
36. Электрические методы автоматического контроля, под общ. ред. Карандеева К. Б., изд-во «Энергия», 1965.
37. Электронные приборы для измерения неэлектрических величин, под общ. ред. Смирнова А. Д., изд-во «Энергия», 1964.

Мне всегда нравились старые, сильно потрёпанные книжки. Потрёпанность книги говорит о её высокой востребованности, а старость о вечно ценном содержании. Всё сказанное в большей степени касается именно технической литературы. Только техническая литература содержит в себе ту великую и полезную информацию, которая не подвластна ни политическим веяниям, ни моде, ни настроениям! Только техническая литература требует от своего автора по истине великих усилий и знаний. Порой требуется опыт целой жизни, чтобы написать небольшую и внешне невзрачную книгу.

К сожалению ни что не вечно в этом мире, книги треплются, разваливаются на отдельные листы, которые затем рвутся в клочья и уходят в никуда. Плюс ко всему орды варваров, которым без разницы, что бросить в костёр или чем вытереть свой зад. Именно их мы можем благодарить за сожженные и растоптанные библиотеки.

Если у Вас есть старая книга или журнал, то не дайте им умереть, отсканируйте их и пришлите мне. Совместными усилиями мы можем создать по истине уникальное и ценное собрание старых технических книг и журналов.

Сайт старой технической литературы:

http://retrolib.narod.ru